

# Schalldämpferauswahl für Lüftungsanlagen

Schallberechnung anhand Planungssoftware CADvent

Dipl.- Ing. Jan Behrens, Produktionsmanager für Akustik

Der Einsatz von Schalldämpfern in Lüftungsanlagen ist in den meisten Fällen unumgänglich, um den schalltechnischen Anforderungen der zu belüftenden Räume gerecht zu werden. Die Ermittlung des „richtigen“ Schalldämpfers für den jeweiligen Einsatzfall beruht jedoch häufig auf Schätzungen und Erfahrungswerten. Nicht

selten stellt sich im Nachhinein heraus, dass der so „berechnete“ Schalldämpfer den Anforderungen nicht gerecht wird, überdimensioniert ist oder sogar selbst zu einer störenden Schallquelle wird. Nachfolgend soll der Weg einer umfassenden Schallberechnung erläutert werden.

Eine ganzheitliche Planung vor Beginn der Bauphase einer Lüftungsanlage mit strömungs- und schalltechnischer Dimensionierung, erspart Kosten und Probleme nach der Fertigstellung des Systems. Werden bei der Ausführung unter Einhaltung der Planungsvorgaben Sorgfalt, gesunder Menschenverstand und hochwertige Komponenten eingesetzt, können während der Entstehung und der Nutzung der Anlage Schwierigkeiten weitestgehend vermieden werden. Bewegte Luft verursacht Geräusche, die sich nicht verhindern lassen. Durch geringe Luftgeschwindigkeiten und strömungsbegünstigte Bauteile, z.B. Bögen statt Winkel mit Luftleitschaukeln, der Vermeidung scharfkantiger Abzweige oder Querschnittssprünge und durch

strömungsoptimierte Schalldämpfer lässt sich die Geräuschenstehung zumindest reduzieren. Diese Maßnahmen wirken sich in der Regel auch positiv auf den Energieverbrauch einer Lüftungsanlage aus. Schallemissionen aus der Lüftungsanlage können stören und sind deshalb zu begrenzen, so dass in den zu belüftenden Räumen die Behaglichkeitskriterien eingehalten werden. Richtwerte für maximale Schalldruckpegel in Räumen sind in aktuellen Normen und Richtlinien, z.B. VDI 2081, EN 13779 etc. zu finden, Abb.1. Für eine korrekte Schalldämpferauslegung sollte man das gesamte Lüftungssystem betrachten. Diese Betrachtung kann je nach Anlagengestaltung und -größe sehr umfangreich sein und sollte daher mit Hilfe von Berechnungsprogram-

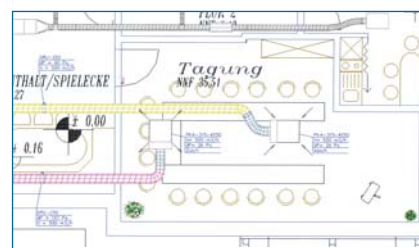


Abb.2 Eigenschaften eines Gästehauses

men durchgeführt werden. Nachfolgend soll an einem Beispiel die Schallberechnung durch das Zeichen- und Berechnungsprogramm CADvent® beschrieben werden.

## Betrachtung des Raums

Zur Ermittlung eines passenden Schalldämpfers sind die zulässigen Schallwerte im Lüftungssystem relevant. Diese errechnen sich aus den zu belüftenden Räumen. Am Beispiel eines einzelnen Raumes soll dieser Weg aufgezeigt werden. Abb.2 zeigt den kleinen Tagungsraum eines Gästehauses. Die Eigenschaften des Raumes können Abb.3 entnommen werden. Die eingepflanzten Luftauslässe sollen zur Vermeidung des Telefoneschalls, der Schallübertragung von Raum zu Raum, mit geräuschkämmenden Anschlusskästen ausgestattet werden. Das Diagramm der gewählten Durchlässe ist in Abb.4 für Zuluft und Abb.5 für Abluft dargestellt. Den Diagrammen kann der Schallleistungspegel der gewählte Durchlässe in Abhängigkeit des Volumensstroms und der Drosselwerte entnommen werden. Die Höhe des

| Raumart                      | Beispiel                                | A-Schalldruckpegel in dB Anforderungen |         | Mittlere Nachhallzeit in s (aus Litteratur und Messungen) |
|------------------------------|---|--|---------|---|
|                              |   | hoch                                   | niedrig |   |
| Arbeitsräume                 | Einzelbüro                              | 35                                     | 40      | 0,5   |
|                              | Großraumbüro                            | 45                                     | 50      | 0,5   |
|                              | Werkstätten                             | 50                                     | 55      | 1,5   |
| Versammlungsstätten          | Chemie-Labor                            | 52***)                                 | 52***)  | 2,0   |
|                              | Konzertsaal, Opernhaus                  | 25                                     | 30      | 1,5   |
|                              | Theater, Kino, Konferenzraum            | 30                                     | 35      | 1,0   |
| Wohnräume                    | Hotelzimmer                             | 35                                     | 40      | 1,0   |
|                              | Ruheraum, Pausenraum                    | 30                                     | 35      | 1,0   |
| Sozialräume                  | Wasch- und WC-Raum                      | 45                                     | 55      | 2,0   |
|                              | Lesesaal                                | 30                                     | 35      | 1,0   |
| Unterrichtsräume             | Klassen- und Seminarraum                | 35                                     | 40      | 1,0   |
|                              | Hörsaal                                 | 35                                     | 40      | 1,0   |
|                              | Bettenzimmer, normal                    | 35                                     | 35      | 1,0   |
| Krankenhaus gemäß DIN 1946-4 | Bettenzimmer, Ruheraum                  | 30                                     | 30      | 1,0   |
|                              | Operationsraum                          | 40                                     | 40      | 2,0   |
|                              | Untersuchungsraum                       | 40                                     | 40      | 2,0   |
|                              | Labore                                  | 45                                     | 45      | 2,0   |
|                              | Bäder und Schwimmbäder                  | 50                                     | 50      | 2,0   |
|                              | Umkleieräume u.a. Räume siehe DIN1946-4 | 50                                     | 50      | 2,0   |
| Räume mit Publikumsverkehr   | Museen                                  | 35                                     | 40      | 1,5   |
|                              | Gaststätten                             | 40                                     | 55      | 1,0   |
|                              | Verkaufsraum                            | 45                                     | 60      | 1,0   |
|                              | Schalterhalle                           | 40                                     | 45      | 1,5   |
| Sportstätten                 | Turn- und Sporthallen                   | 45                                     | 50      | 2,0   |
|                              | Schwimmbäder                            | 45                                     | 50      | 2,0   |
| Sonstige Räume               | Rundfunkstudio                          | 15                                     | 25      | 0,5   |
|                              | Fernsehstudio                           | 25                                     | 30      | 0,5   |
|                              | EDV-Raum                                | 45                                     | 60      | 1,5   |
|                              | Reiner Raum                             | 55                                     | 60      | 1,5   |
|                              | Küche                                   | 50                                     | 60      | 1,5   |
| Schutzraum                   | 45                                      | 55                                     | 2,0     |   |

| Eigenschaften Tagungsraum |          |
|---------------------------|----------|
| Fläche                    | 35,5 m²  |
| Höhe                      | 2,8 m    |
| Zuluft                    | 500 m³/h |
| Abluft                    | 500 m³/h |
| Zul. Schalldruckpegel     | 35 dB(A) |
| Nachhallzeit T            | 0,5 s    |

Abb.3 Eigenschaften Tagungsraum

Abb.1 Richtwerte für max. Schalldruckpegel der RLT-Anlagen gem. VDI 2081

# Alles aus einem Haus



...ob nur Kühlung, Kühlung oder Heizung, Kühlung und Heizung, Wärmepumpe, Mono-, Duo-, Trio-, Quadro- oder VRF-Split-Systeme, eine- oder vierzig Inneneinheiten je Außeneinheit, Anbindung an EIB, Profibus oder LonWorks, Befeuchtung oder Entfeuchtung, mit Strom oder mit Gas betrieben, Kälteleistung 1,5 kW oder 135 kW, Heizleistung 3,2 kW oder 150 kW, Entfeuchtungsleistung 10 l/Tag oder 900 l/Tag, Dampfleistung 0,6 kg/h oder 272 kg/h, Beratung, Auslegung, Inbetriebnahme, Support und Schulungen...

**KAUT**  
THE AIR COMPANY

...der **Komplett-Partner** für:

- Klimatechnik **SANYO**
- Luftbefeuchtung
- Luftentfeuchtung
- Wärmepumpen
- Planer-Software
- Service-Konzepte
- Schulungen

A. Kaut GmbH + Co. · Windhukstr. 88 · 42277 Wuppertal  
Tel. (02 02) 26 820 · Fax (02 02) 26 82 100 · e-mail: info@kaut.de

Niederlassungen  
Berlin Tel. 03 33 97 / 6 86 80 · Dresden Tel. 03 51 / 25 47 30 · Düsseldorf Tel. 02 11 / 35 40 3  
Frankfurt Tel. 0 61 09 / 6 96 80 · Hamburg Tel. 0 40 / 2 54 06 80 · München Tel. 0 89 / 68 09 19 60  
Nürnberg Tel. 0 91 29 / 40 54 60 · Stuttgart Tel. 0 71 61 / 3 89 99 50

[www.kaut.de](http://www.kaut.de)

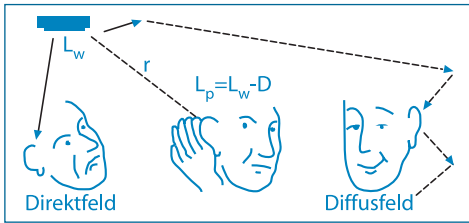


Abb.6 Direktfeld - Diffusfeld

Drosselwert ist wiederum vom Druckabgleich der Gesamtanlage abhängig. CADvent® berechnet den Abgleich der Anlage, setzt automatisch notwendige Drosselklappen ein und gibt den Einstellwert jeder Drossel im System vor. Aus der Abgleichsberechnung ergeben sich folgende Drosselwerte für die Luftdurchlässe:

**Zuluft: 133 Pa**

Die Drossel im Anschlusskasten des Zuluftdurchlasses kann diesen Wert nicht erbringen. Die notwendige Drosselung wird auf eine Regulierklappe (107 Pa) und den Luftdurchlass (26 Pa) aufgeteilt, Abb.2.

**Abluft: 90 Pa**

Der Abluftdurchlass arbeitet mit dieser Anforderung im oberen Bereich seines Regelfeldes. Es wird auch hier die notwendige Drosselung auf eine Regulierklappe (60 Pa) und den Luftdurchlass (26 Pa) aufgeteilt.

Aus den Diagrammen ergibt sich ein Schallleistungspegel für den Zuluftdurchlass von 27 dB(A) und für den Abluftdurchlass von 22 dB(A).

In Räumen wird der Schall der Luftauslässe von den Wänden des Raumes zum einen Teil absorbiert und zum anderen 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.

Mit zunehmendem Abstand zur Schallquelle steigt der Einfluss der Raumeigenschaften auf den Schall (Diffusfeld). Bei kleinem Abstand zur Quelle wirkt die direkte Schallabstrahlung (Direktfeld), Abb.6.

In nachfolgender Formel wird dieser Einfluss in Abhängigkeit der Eigenschaften des Raumes berücksichtigt. So kann der Schalldruckpegel einer Quelle für jeden Punkt im Raum errechnet werden:

$$F1 \quad L_p = L_w + 10 \times \log \left\{ \underbrace{\frac{Q}{4 \times \pi \times r^2}}_{\text{Direktfeld}} + \underbrace{\frac{4}{A}}_{\text{Diffusfeld}} \right\}$$

- Lp** = Schalldruckpegel im Abstand r
- Lw** = Schalleistung der Schallquelle
- Q** = Abstrahlungsfaktor, Abb.7, für Deckenauslässe i.d.R. Q = 2
- r** = Abstand zur Schallquelle [m]
- A** = äquivalente Schallabsorptionsfläche [m<sup>2</sup> Sabine]
- F2** mit  $A = 0,163 \frac{V}{T}$  (nach W. C. Sabine)
- V** = Raumvolumen [m<sup>3</sup>]
- T** = Nachhallzeit [s]

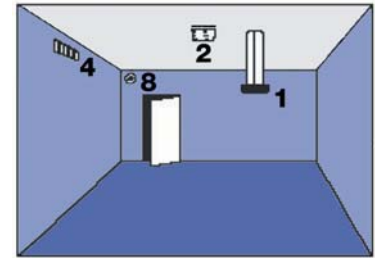


Abb.7 Schallabstrahlung Q  
1 = kugelförmig 4 = viertelkugelförmig  
2 = halbkugelförmig 8 = achteckförmig

Für den Punkt A in Abb.8 errechnet sich damit ein Schalldruckpegel durch den Zuluftdurchlass von 23 dB(A) und durch den Abluftdurchlass von 13 dB(A). Durch die logarithmische Summierung beider Schallquellen ergibt sich ein Schalldruckpegel von

$$F3 \quad L_{pA LA} = 10 \times \log (10^{\frac{L_{pA ZU}}{10}} + 10^{\frac{L_{pA AB}}{10}}) = 23 \text{ dB(A)}$$

- LpA LA** = Gesamt-Schalldruckpegel im Punkt A durch die Luftauslässe
- LpA ZU** = Schalldruckpegel im Punkt A durch den Zuluftdurchlass
- LpA AB** = Schalldruckpegel im Punkt A durch den Abluftdurchlass

Der zulässige Schalldruckpegel des Tagungsraums ist mit 35 dB(A) vorgegeben und wird durch die Eigenschallerzeugung der Luftdurchlässe nicht überschritten.

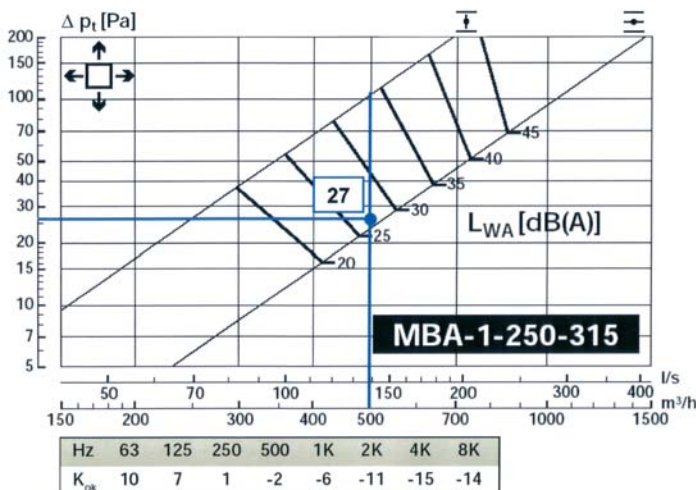


Abb.4 Diagramm Zuluftdurchlass

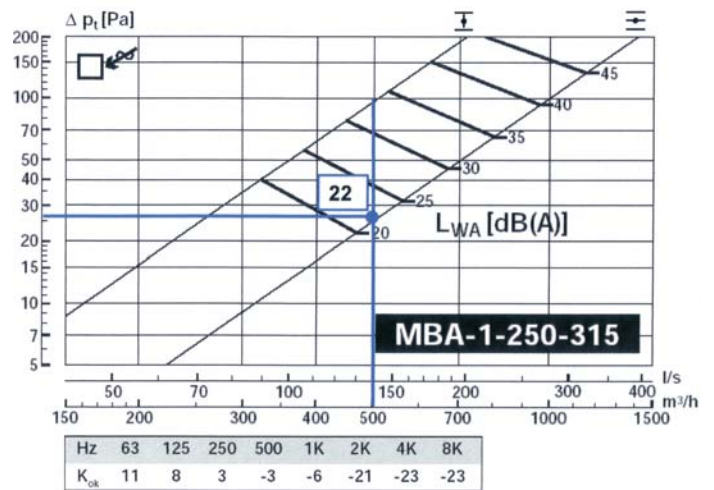


Abb.5 Diagramm Abluftdurchlass

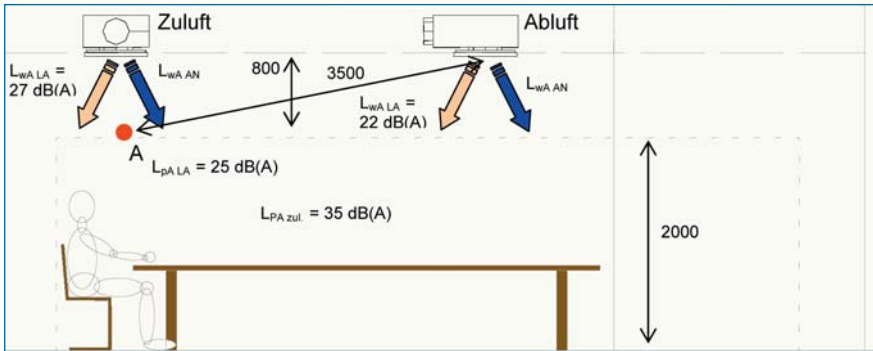


Abb.8 symbolische Schnittdarstellung Tagungsraum

### Betrachtung des Lüftungssystems

Jeder Luftauslass verhält sich aus Sicht des Raumes als „Doppelschallquelle“ - Eigenschallerzeugung  $L_{WA LA}$  und Anlagenschall  $L_{WA AN}$ . Der Anlagenschall ist der Schall, der durch das Lüftungssystem erzeugt und auch durch den Luftdurchlass an den Raum übertragen wird.

**LpA AN** = max. Schalldruckpegel, der aus der Lüftungsanlage in den Raum übertragen werden darf.

**LpA Zul** = Zulässiger Schalldruckpegel im Raum, Abb.3

F4  

$$L_{pA AN} = 10 \times \log \left( 10^{\frac{L_{pA Zul}}{10}} - 10^{\frac{L_{pA LA}}{10}} \right) = 35 \text{ dB(A)}$$

**LpA LA** = Gesamt-Schalldruckpegel im Punkt A durch die Luftauslässe

Hauptschallquelle des Lüftungssystems ist meist der Ventilator. Bei bekannten Quellen wie dieser wird in der Regel auch ein Schalldämpfer vorgesehen (siehe Betrachtung des Lüftungsgerätes). Als schwieriger erweisen sich unbekannte Schallquellen eines Systems, die sich am häufigsten aus scharfkantigen Einbauteilen wie Drosselklappen, Absperrklappen und Volumenstromreglern ergeben. Der erlaubte Schallpegel im Lüftungssystem erschließt sich aus den Vorgaben für

die zu belüftenden Räume.

Der Tagungsraum aus dem vorstehenden Beispiel beinhaltet zwei Luftdurchlässe, die einen Schalldruckpegel von 23 dB(A) im Raum erzeugen (F3). Zugelassen sind 35 dB(A). Durch die logarithmische Subtraktion des erzeugten vom zulässigen Schall ergibt sich der max. Schallpegel, der durch den Anlagenschall in den Raum übertragen werden darf.

$L_{pA AN}$  ist der maximal zulässige Schalldruckpegel, der durch die Lüftungsanlage erzeugt und durch die Luftdurchlässe an den Raum übertragen werden darf. Je weniger Schall durch die Luftdurchlässe erzeugt wird, desto mehr Schall darf durch die Anlage in den Raum eingebracht werden.

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

Der zul. Anlagenschall aus dem Kanalsystem kann über den Zuluft- und den Abluftauslass in Summe in den Raum übertragen werden. Durch

das logarithmische Multiplikationsgesetz, Abb.9, wird  $L_{pA AN}$  auf zwei Schallquellen aufgeteilt. Für zwei gleich große Quellen gilt somit ein Differenzwert von 3 dB. Das Lüftungssystem darf also am Punkt A aus dem Zuluft- wie auch aus dem Abluftdurchlass einen Wert von 32 dB(A) in den Raum übertragen. Wird nun Formel F1 umgestellt zu  $L_w$ , kann so der zulässige Schallleistungspegel am Auslass berechnet werden:

F5  

$$L_{w AN} = L_{pA AN} - 10 \times \log \left\{ \frac{Q}{4 \times \pi \times r^2 + A} \right\} = 36 \text{ dB(A)}$$

**Lw AN** = max. Schallleistungspegel, der aus der Lüftungsanlage an jedem Durchlass in den Raum übertragen werden darf

**LpA LA** = Gesamt-Schalldruckpegel im Punkt A durch die Luftauslässe

Für die weitere Betrachtung der Schallwerte wird nun der Einfachheit halber ausschließlich der Zuluftstrang behandelt. Für die Abluft

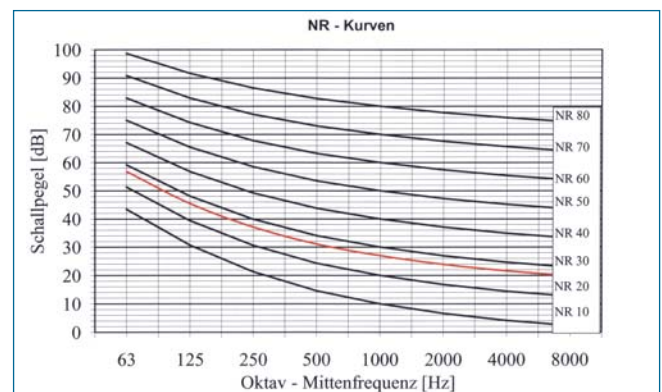


Abb.10 NR-Kurven Oktav-Mittenfrequenz [Hz]

verhält es sich äquivalent.

Für die Schalldämpferauslegung ist die Bewertung der Schallwerte im Oktavband unumgänglich. Da kein Schallspektrum für die zulässigen Werte vorliegt, erfolgt die Aufteilung in Anlehnung an die NR-Kur-

| Oktavband Hz                       | 63  | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | Summe    |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|----------|
| Schallspektrum aus Abb.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. $L_{w AN}$ ) | 31  | 29  | 28  | 28  | 27   | 25   | 23   | 19   | 36 dB(A) |

Abb.11 Schallspektrum NR 28

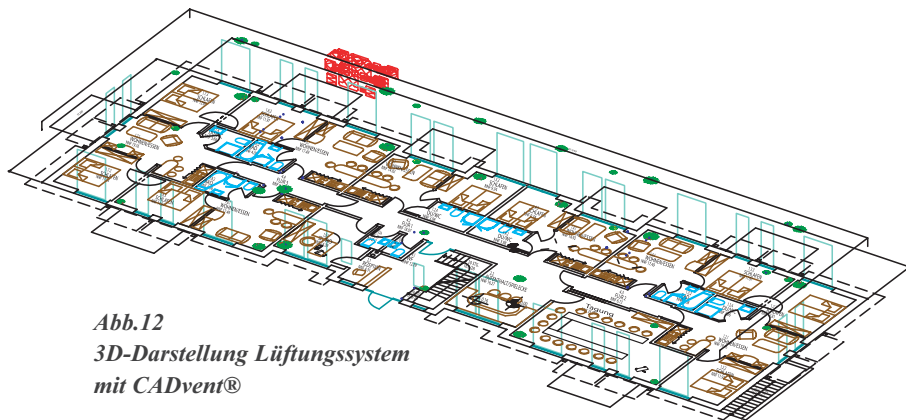


Abb.12  
3D-Darstellung Lüftungssystem  
mit CADvent®

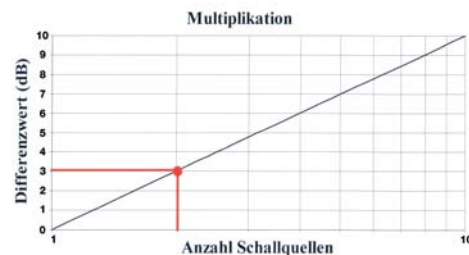


Abb.9 Multiplikation von Schallquellen

ven, Abb.10. Diese sind international als Grenzkurven anerkannt und werden auch in der VDI 2081 als Geräuschbewertungskurven-Verfahren zugelassen.

### Als Faustformel gilt

- Schallpegel 100 - 130 dB(A)**  
~ NR-Kurve + 5
- Schallpegel 30 - 100 dB(A)**  
~ NR-Kurve + 8
- Schallpegel <30 dB(A)**  
~ NR-Kurve + 10

Für den zulässigen Schallleistungspegel aus der Berechnung F 5 von 36 dB(A) ergibt sich somit eine NR-Grenzkurve von NR 28.

Aus Abb.10 kann das zulässige Schallleistungsspektrum abgelesen werden, das aus der Anlage am Luftauslass an den Raum übertragen werden darf, Abb.11.

Betrachtet man nun den Strangver-

lauf rückwärts, kann der zulässige Schallpegel an jeder Stelle im System bestimmt werden. Abb.12 stellt den Strangverlauf vom Lüftungsgerät bis zum Luftdurchlass dar. In Abb.13 wird der rückwärts betrachtete Verlauf vom Luftauslass im Tagungsraum bis zum Anschluss des Luftkanals dargestellt. Hier zeigt sich, dass der zulässige Schallpegel im System mit wachsendem Abstand zum Raum immer größer wird, abhängig von den Dämpfungseigenschaften der eingesetzten Produkte. Stellt man nun die Eigenschallerzeugung der Komponenten dem zulässigen Schall entgegen, zeigt sich, ob eine Notwendigkeit von Schalldämpfern innerhalb der Anlage besteht.

Aus Abb.13 wird erkennbar, dass die Schallerzeugung durch die Regulierklappe im Frequenzband 250 Hz um 5 dB höher ist als der zulässige Schall an dieser Stelle. Es ist daher

ein Schalldämpfer zwischen Klappe und Raum notwendig, der diesen Wert abdämpfen kann. Dieses Beispiel zeigt nicht den Einfluss dieser Regulierklappe auf andere Räume. Dies wird hingegen vom Berechnungsprogramm berücksichtigt.

CADvent® errechnet den Schallverlauf in alle Richtungen, wodurch sofort ersichtlich wird, ob Schalldämpfer im System aufgrund von zu hohen Eigenschallwerten notwendig werden. Abb.14 gibt eine Übersicht unterschiedlicher Schalldämpfer der Dimension DN 250 aus. Drei Schalldämpfer mit unterschiedlichen Eigenschaften können für den vorliegenden Fall empfohlen werden, um die Schallanforderung durch die Drosselklappe zu dämpfen (roter Kreis).

Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Bauarten werden hier nicht behandelt.

In CADvent® lassen sich die gewünschten Schalldämpfer nun manuell einfügen oder per Knopfdruck der passende und kostengünstigste Schalldämpfer aus dem Herstellersortiment auswählen.

### Betrachtung des Lüftungsgerätes

Nach der schalltechnischen Abgleichung des Lüftungssystems (siehe Themenbereich „Betrachtung des Lüftungssystems“), wird nach dem gleichen Berechnungsverfahren der zulässige Schallwert hinter dem Lüftungsgerät berechnet. Gerätehersteller geben die Schall-

| 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  |
| Bogen 45°                  | BU-250-45 | Lw Zul. | 73        | 54  | 43  | 47  | 41 | 41 | 44 | 44 | Lw Gen. | 0         | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                            |           | D       | 0         | 0   | 0   | 0   | 1  | 1  | 2  | 2  | Diff.   | 0         | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| Rohr                       | SR-250    | Lw Zul. | 73        | 54  | 43  | 47  | 42 | 42 | 46 | 46 | 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  |
| Bogen 45°                  | BU-250-45 | Lw Zul. | 73        | 54  | 43  | 47  | 42 | 42 | 46 | 46 | Lw Gen. | 0         | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                            |           | D       | 0         | 0   | 0   | 0   | 1  | 1  | 2  | 2  | Diff.   | 0         | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| Rohr                       | SR-250    | Lw Zul. | 73        | 54  | 43  | 47  | 43 | 43 | 48 | 48 | 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  |
| Bogen 90°                  | BU-250-90 | Lw Zul. | 73        | 54  | 43  | 47  | 43 | 43 | 48 | 48 | Lw Gen. | 0         | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                            |           | D       | 0         | 0   | 0   | 0   | 1  | 2  | 3  | 3  | Diff.   | 0         | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| Rohr                       | SR-250    | Lw Zul. | 73        | 54  | 43  | 47  | 44 | 45 | 51 | 51 | 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  |
| Bundkragen                 | ILU-250   | Lw Zul. | 73        | 54  | 43  | 47  | 44 | 45 | 51 | 51 | Lw Gen. | 15        | 14  | 13  | 11  | 10 | 9  | 0  | 0  |
|                            |           | D       | 6         | 6   | 6   | 6   | 6  | 6  | 6  | 6  | Diff.   | 0         | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| Zul. Schall im Kanalsystem |           | Lw Zul. | 79        | 60  | 49  | 53  | 50 | 51 | 57 | 57 |         |           |     |     |     |    |    |    |    |

Abb.13 Berechnung der zulässigen und erzeugten Schallwerte

Dimension  $\varnothing$ d 250

| Typ      | $\varnothing$ 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                | 1000 | 7   | 11  | 19  | 26  | 32   | 24   | 12   | 10   |
|          | 250                | 1200 | 8   | 12  | 22  | 33  | 40   | 28   | 14   | 11   |
|          | 250                | 500  | 4   | 4   | 8   | 12  | 15   | 13   | 8    | 6    |
| LRCA     | 250                | 1000 | 9   | 7   | 15  | 24  | 30   | 24   | 14   | 11   |
|          | 250                | 1000 | 1   | 2   | 4   | 9   | 18   | 19   | 9    | 9    |
| SLFA 25  | 250                | 1000 | 2   | 4   | 8   | 16  | 33   | 15   | 11   | 12   |
| 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   |

Abb.14 Übersicht verschiedener Schalldämpfer der Dimension 250

werte an den Anschlussstutzen an. Für die Zuluft müssen somit die Schallwerte am Druckstutzen den zulässigen Werten an dieser Stelle gegenübergestellt werden.

Abb.15 stellt einen Auszug aus dem Berechnungsprogramm CADvent® dar. Die erste Komponente nach dem Ventilator ist ein Übergangsstück von 800x500 auf 400x400 mm.

Die vierte Zahlenreihe hinter dieser Komponente zeigt die Differenz zwischen zulässigem und vorherrschendem Schall respektive die notwendigen Dämpfungswerte des Schalldämpfers an. An Position 7 wurde ein Kanalstück mit der Länge 1633 mm eingeplant, wo ein aus dem Herstellersortiment ausgewählter Schalldämpfer in den Kanal eingesetzt werden soll.

Das schalltechnische Protokoll, Abb.16, mit installiertem Schalldämpfer verdeutlicht anhand der Nullwerte in der vierten Zahlenreihe (Differenz Istwert - Sollwert), dass die Dämpfungsanforderungen in allen Frequenzen erfüllt wurden. Die Wahl des geeigneten rechteckigen Kulissenschalldämpfers erleichtert das Auswahlprogramm DIMsilencer, das über eine Schnittstelle mit CADvent® verbunden ist und den Schalldämpfer automatisch in die Zeichnung einfügt. Ausschlaggebend hierfür sind erstens die Er-

www.berlinerluft.de



## Technik auf höchstem Niveau.

VarioCond – die neuen variablen Klimageräte von BerlinerLuft. jetzt erhältlich. Buchen Sie eine individuelle Vorstellung unter der Vertriebsshotline 0800/100 88 40 oder informieren Sie sich im Internet unter [www.berlinerluft-klimatechnik.de](http://www.berlinerluft-klimatechnik.de).

 **BerlinerLuft.**

BerlinerLuft. Technik GmbH · Herzbergstraße 87–99 · 10365 Berlin  
Tel.: 030/55 26 30 71 · Fax: 030/55 26 23 16 · [infoblt@berlinerluft.de](mailto:infoblt@berlinerluft.de)

Generated by CADvent 4.1.0.4

### CADvent Schalldaten

**Anlage:** LB1  
**Luftrichtung:** SUPPLY  
**Bearbeiter:** Jan Behrens

Erläuterung der Schallpegel:  
1. Reihe: Schalleistung hinter Komponente  
2. Reihe: Eigenschallerzeugung  
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-800-500-400-400-50-200-60 | 79                | 85    | 81          | 80  | 74  | 77  | 73 | 72 | 67 | 62 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 |    |
| 2     | K-400-400-400                | 79                | 85    | 81          | 80  | 74  | 77  | 73 | 72 | 67 | 62 | 28 | 27 | 26 | 24 | 23 | 22 | 12 | 2  | 0 | 0  |
| 3     | BS-400-400-400-50-50-100-90  | 77                | 84    | 81          | 80  | 73  | 75  | 70 | 69 | 64 | 59 | 18 | 14 | 9  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  |
| 4     | BS-400-400-400-50-50-100-60  | 75                | 84    | 81          | 80  | 72  | 74  | 69 | 68 | 63 | 58 | 18 | 14 | 9  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  |
| 5     | K-400-400-400                | 75                | 84    | 81          | 80  | 72  | 74  | 69 | 68 | 63 | 58 | 28 | 27 | 26 | 24 | 23 | 22 | 12 | 2  | 0 | 0  |
| 6     | BS-400-400-400-50-50-100-60  | 74                | 84    | 81          | 80  | 72  | 73  | 67 | 66 | 61 | 56 | 18 | 14 | 9  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  |
| 7     | DLDY 400 400 1500 20 10      | 54                | 76    | 77          | 66  | 47  | 34  | 31 | 32 | 33 | 35 | 44 | 38 | 36 | 32 | 31 | 30 | 24 | 21 | 4 | 14 |

Abb.15 Schalldaten-Protokoll aus CADvent® ohne SD

Generated by CADvent 4.1.0.4

### CADvent Schalldaten

**Anlage:** LB1  
**Luftrichtung:** SUPPLY  
**Bearbeiter:** Jan Behrens

Erläuterung der Schallpegel:  
1. Reihe: Schalleistung hinter Komponente  
2. Reihe: Eigenschallerzeugung  
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-800-500-400-400-50-200-60 | 79                | 85    | 81          | 80  | 74  | 77  | 73 | 72 | 67 | 62 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 |
| 2     | K-400-400-400                | 79                | 85    | 81          | 80  | 74  | 77  | 73 | 72 | 67 | 62 | 28 | 27 | 26 | 24 | 23 | 22 | 12 | 2 | 0 | 0 |
| 3     | BS-400-400-400-50-50-100-90  | 77                | 84    | 81          | 80  | 73  | 75  | 70 | 69 | 64 | 59 | 18 | 14 | 9  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 |
| 4     | BS-400-400-400-50-50-100-60  | 75                | 84    | 81          | 80  | 72  | 74  | 69 | 68 | 63 | 58 | 18 | 14 | 9  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 |
| 5     | K-400-400-400                | 75                | 84    | 81          | 80  | 72  | 74  | 69 | 68 | 63 | 58 | 28 | 27 | 26 | 24 | 23 | 22 | 12 | 2 | 0 | 0 |
| 6     | BS-400-400-400-50-50-100-60  | 74                | 84    | 81          | 80  | 72  | 73  | 67 | 66 | 61 | 56 | 18 | 14 | 9  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 |
| 7     | K-400-400-1533               | 74                | 83    | 80          | 79  | 71  | 73  | 67 | 66 | 61 | 56 | 28 | 27 | 26 | 24 | 23 | 22 | 12 | 2 | 0 | 0 |

Abb.16 Schalldaten-Protokoll aus CADvent® mit SD

bringung der notwendigen Schalldämpfung in allen Frequenzbereichen, zweitens ein geringer Druckverlust und drittens die Vermeidung der Schallerhöhung durch Eigenschallerzeugung. Abb.15/Abb.16 Reihe 4 stellt die erforderliche Dämpfung im Oktavband dar. Hierbei fallen besonders die Werte in den Frequenzen 125 Hz mit 12 dB und 250 Hz mit 14 dB auf. Auf den ersten Blick bestätigt das Protokoll die marktübliche Behauptung, dass die Betrachtung der Frequenz 250 Hz als Referenzfrequenz vollkommen ausreichend sei. Vergleicht man allerdings die notwendige Dämpfung mit den Dämpfungswerten von Kulissenschalldämpfern, sind die höheren Anforderungen an 125 Hz erkenn-

bar. Dies bestätigt die Gegenüberstellung verschiedener Schalldämpfertypen, Abb.17. Wäre die Berechnung ausschließlich bei 250 Hz durchgeführt worden, würde der Schalldämpfer in der ersten Position der Auswahlliste aus Abb.17 der Vorgabe 14 dB genügen. Ein Schalldämpfer, der auch bei 125 Hz die Kriterien von 12 dB erfüllt (3. bzw. 6. Position), entspricht einer Anforderung bei 250 Hz von ca. 25 dB Dämpfung. Dieser ist hochwertiger gefertigt und mit einer größeren Kulissenzahl bestückt, wodurch der Anschaffungspreis, als auch der Druckverlust, höher eingeplant werden muss. Eine Vernachlässigung hiervon hat eine Fehlplanung bei den akustischen Werten und der Preisermittlung zur Folge.

## Zusammenfassung

Die Berechnung von Lüftungsanlagen mit Hilfe von ganzheitlichen Programmen ist effektiv, zeitsparend 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. Er verdeutlicht aber auch die Notwendigkeit dieser Berechnung für eine korrekt dimensionierte und akustisch abgeglichene Lüftungsanlage. Die vorgestellte CAD/CAE-Lösung CADvent® ist kostengünstig und vereint das Zeichnen und Berechnen von Lüftungsanlagen in einem Werkzeug. Sie dient sowohl Planern als auch Anlagenbauern als Grundlage für eine korrekte und schnelle Planung bzw. Bewertung von Lüftungsanlagen.

Autor  
Dipl.-Ing. Jan Behrens  
Produktionsmanager für Akustik  
Lindab, Bargteheide  
[www.lindab.de](http://www.lindab.de)

DIMSilencer 4.0 - Suche SD

Suche ... Oktavband zeigen  Dämpfung

| Produkt                 | Druckverl. | Länge | Preis | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 4000 Hz | 8000 Hz |
|-------------------------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 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     | 26     | 31      | 22      | 17      | 12      |
| DLDY 400 400 1500 20 10 | 21         | 1500  | -     | 4     | 14     | 25     | 34     | 41      | 30      | 21      | 15      |
| DLDY 400 400 1500 20 11 | 61         | 1500  | -     | 7     | 19     | 31     | 41     | 50      | 37      | 25      | 18      |

Silencer Information

**DLD 400 400 1500 10 09** Beschreibung

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

Abb.17 Auswahl von Kulissenschalldämpfern durch DIMSilencer