

Akustische Planung von Lüftungsanlagen

Dipl.-Ing. Walter Lips VDI*

Lüftungsanlagen - oder raumlufttechnische Anlagen - sind aus der modernen Gebäudetechnik nicht mehr weg zu denken. Häufig ist es paradoxerweise der Straßenverkehrs-, Eisenbahn- oder Fluglärm, der den Gebäudeplaner zum Konzept mit mechanisch belüfteten Räumen zwingt, damit das Gebäude überhaupt genutzt werden kann. In Bürogebäuden, Produktionsstätten, Schulbauten, Hotels und Krankenhäusern sind solche Anlagen meist integrierter Bestandteil der Planung. Ein völlig neues Problemfeld hat sich mit der starken Zunahme der Anlagen für die kontrollierte Wohnungslüftung aufgetan.

Viele Haustechnikplaner überlassen das akustische Ergebnis ihrer Arbeit entweder der ausführenden Firma oder aber dem Zufall. Die Überlegung „Wenn dann der Bauherr reklamiert, kann man ja immer noch einen zusätzlichen Schalldämpfer einbauen“, herrscht da vor. Knapp kalkulierte Preise lassen keinen Spielraum mehr für akustische Berechnungen. Und so haben wir seit vielen Jahren die unerfreuliche Situation, dass die meisten Lüftungsanlagen zu laut sind. Das darf aber nicht sein, denn man kann heute ohne großen Aufwand eine zuverlässige Prognose über den zu erwartenden Raumschallpegel aufstellen.

In seltenen Fällen, z. B. für große Räume, nimmt man sich Zeit (und wird auch dafür bezahlt), um seriöse Berechnungen durchzuführen. Wenn die Lüftung für die Sanierung eines Theaters, Konzertsaals oder Kinos geplant werden muss, verlangt der Auftraggeber in den meisten Fällen die Einhaltung eines Grenzwertes für den Raum-

schallpegel. Dieser Wert wird mit dem Akustiker, der für solche Objekte ohnehin notwendig ist, festgelegt.

Anforderungen

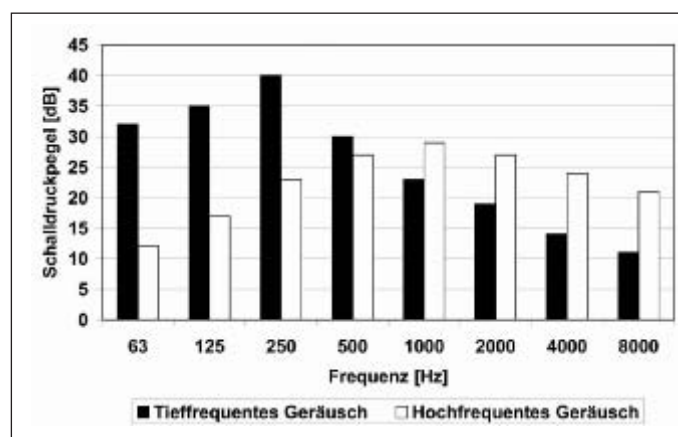
Bei der Formulierung von akustischen Anforderungen

an eine Klimaanlage muss ein Kompromiss zwischen

- akustisch wünschbarem Schalldruckpegel,
- technisch überhaupt realisierbarer Lösung und
- kostenmäßig vertretbarer Ausführung

■ **Tabelle 1: Anforderungen an den Raumschallpegel in mechanisch belüfteten Räumen.**

Raumgruppe	Schalldruckpegel in dB(A)
Kleines bis mittleres Büro	30 - 35
Schulzimmer	30 - 35
Turnhalle	35 - 40
Hotelzimmer nachts	25 - 30
Wohn- und Schlafzimmer nachts	25 - 30



■ **Bild 1: Beide Geräuschspektren haben mit 33 dB(A) den gleichen Gesamtschallpegel. Sogar der NR-Wert ist gleich, nämlich NR = 30. Ein Geräusch, das der NR-Kurve 30 folgt, hat aber einen Gesamtschallpegel von 39 dB(A). Interpretation: Je kleiner die Differenz zwischen A-Schalldruckpegel und NR-Kurve ist, desto wahrscheinlicher ist die Anwesenheit von tonalen Komponenten.**

eingegangen werden. Allerdings weiß man aufgrund jahrzehntelanger Erfahrungen, bei welchen Schalldruckpegeln eine Mehrheit der Betroffenen zufrieden ist. In verschiedenen Richtlinien und Regelwerken werden Grenzwerte vorgestellt [1], [2]. Die kleine Tabelle 1 vermittelt einige ausgewählte Werte.

Noch heute wird die beinahe prähistorisch anmutende NR-Kurve – wenn auch in etwas modifizierter Form – für anspruchsvolle Räume herangezogen [1]. Der große Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass gegenüber dem Grenzwert in dB(A) frequenzdiskrete Spitzenwerte größtenteils vermieden werden können. Gleichzeitig werden aber hohe Ansprüche an den Anlagenplaner gestellt. Bild 1 zeigt deutlich, welche Bedeutung die NR-Kurve hat.

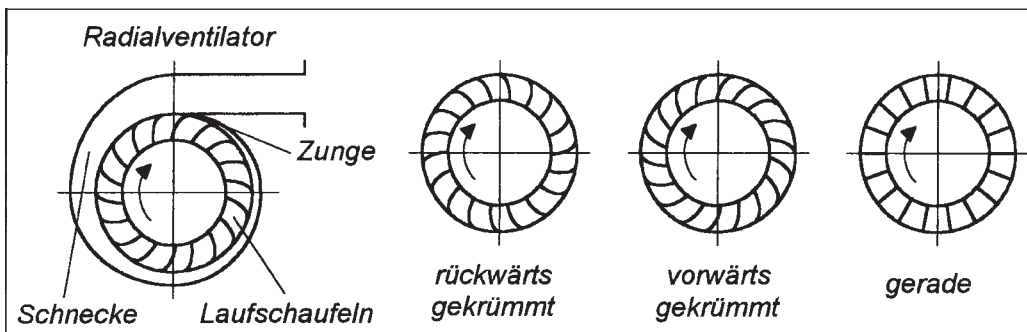
Schallquellen

Wenn wir eine komplexe Lüftungsanlage, z. B. für ein TV-Studio, etwas näher betrachten, sind wir sofort mit einer ganzen Menge von einzelnen Bauelementen konfrontiert, die alle einen Einfluss auf den produzierten Raumschallpegel haben können, so zum Beispiel

- Wetterschutzgitter,
- Jalousieklappe,
- Ventilator,
- Kühler,
- Nacherhitzer,
- Brandschutzklappe,
- Luftfilter,
- Taschenfilter,
- Vorerhitzer,
- Befeuchter,
- Schalldämpfer,
- Volumenstromregler,
- Lüftungsgitter,
- Deckenluftdurchlass.

Doch welche dieser Bauelemente müssen bei einer akustischen Berechnung (eigentlich wäre Abschätzung die bessere Bezeichnung) be-

*) Dipl.-Ing. Walter Lips VDI, Schweizerische Unfallversicherungsanstalt Suva – Bereich Physik, Luzern (Schweiz)



■ Bild 2: Bauformen von Radialventilatoren.

rücksichtigt und welche dürfen vernachlässigt werden? Welche Frequenzen spielen die maßgebende Rolle? Auf diese Fragen soll im nächsten Abschnitt eingegangen werden.

Häufige Schallquellen und ihr Einfluss

Der Ventilator stellt in den meisten Fällen die dominie-

rende Schallquelle dar. Seine Geräusche werden im Kanal- und Rohrleitungssystem weitergeleitet und treten beim Austrittsgitter in den zu belüftenden Raum aus. Eine wichtige Rolle spielt die Drehzahlfrequenz f_D des Ventilators, die von der Bauart abhängig ist (f_D wird durch die Drehzahl und die Anzahl der Laufschaufeln definiert). Bild

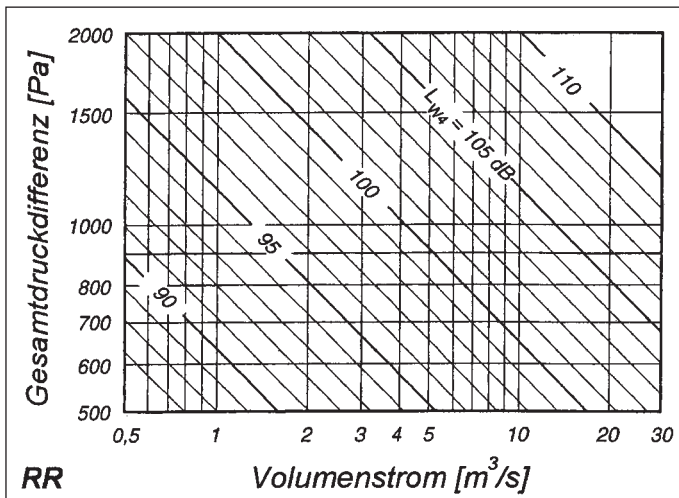
2 zeigt als Beispiel die wichtigsten Bauformen von Radialventilatoren.

Falls noch keine konkreten Vorschläge für die einzusetzenden Ventilatoren vorliegen, lassen sich überschlägige Lärmprognosen auf einfache Art mithilfe der VDI-Richtlinie 2081 [1] machen (Bild 3).

Die Drehzahlfrequenz liegt im Normalfall zwischen etwa

200 und 700 Hz. Nun kann der erfahrene Praktiker behaupten, dass mit der Bewältigung der Lärmprobleme im Bereich der Drehzahlfrequenz (Oktavband) die Lärmprobleme vom Ventilator bis zur Austrittsebene für einfachere Anlagen gelöst seien. Erstaunlich ist die Tatsache, dass dies in den meisten Fällen stimmt.

Nach dem Ventilator kommt ein mehr oder weniger langes Kanalnetz mit einer unterschiedlichen Anzahl von Umlenkungen, Verzweigungen und Klappen. In der Praxis hat sich das Arbeiten mit der VDI-Richtlinie 2081 [1] gut bewährt. Für den Einsteiger etwas ungewohnt ist die Systematik, nach der jedes Kanalbauteil getrennt nach Schalleistungspegel und allfälliger Pegelsenkung betrach-



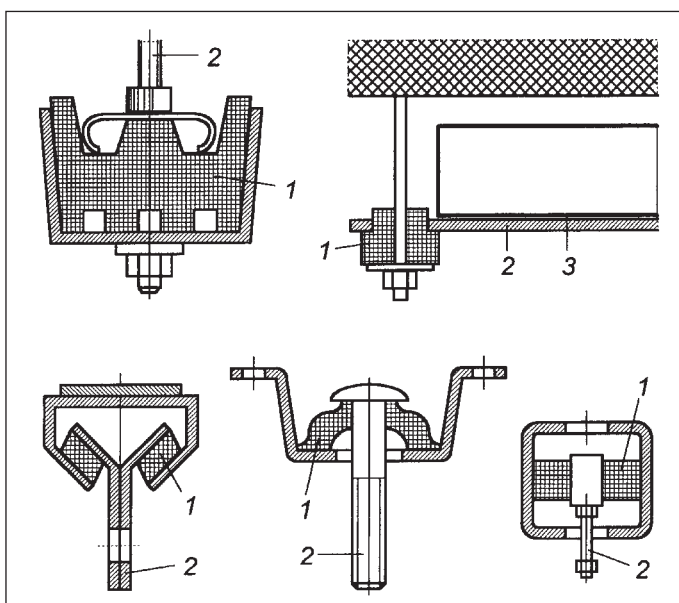
■ Bild 3: Schallleistungspegel für Radialventilatoren.

tet wird. Das Verfahren hat den großen Vorteil, dass der Einfluss jedes einzelnen Bauteils auf den Raumschallpegel sofort ersichtlich ist.

Häufig wird der Lagerung der Kanäle zu wenig Beachtung geschenkt. Mit wenig Aufwand können elastische Elemente eingebaut werden, die die Übertragung von Körperschall wirkungsvoll verhindern (Bild 4).

Zur akustisch korrekten Berechnung einer einfachen Lüftungsanlage braucht man mehrere Stunden bis hin zu

mehreren Tagen. Doch selten ist der Kunde gewillt, diesen Aufwand zu bezahlen („...schließlich gehört diese Arbeit in den Leistungsaufwand des Auftragnehmers ...“). Verschiedentlich wurde auch versucht, das arbeitsintensive Berechnungsverfahren mithilfe von EDV-Programmen zu erfassen. So richtig erfolgreich waren aber diese Anstrengungen bis zum heutigen Tag nicht und kein Programm bringt ein befriedigendes Preis-/Leistungsverhältnis.



■ Bild 4: Körperschalldämmende Kanalaufhängungen

- 1 Gummi
- 2 Kanalaufhängung
- 3 Kanal

Um den Berechnungsaufwand zu reduzieren, kann man eine ganze Menge von Vereinfachungen festlegen, die auf den Kenntnissen der akustischen Eigenschaften der Kanalbauteile basieren. Beispiele:

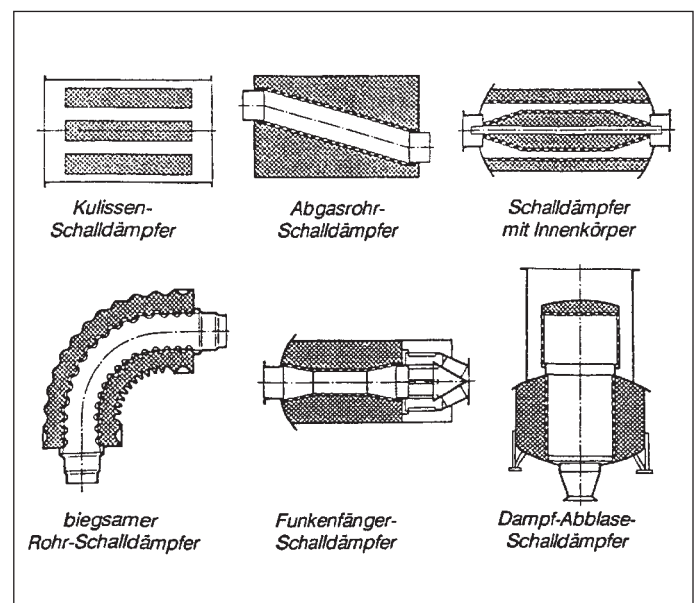
- Wird nach dem Ventilator ein wirksamer Schalldämpfer eingebaut, spielt bei nicht zu hohen Strömungsgeschwindigkeiten der im Kanalsystem verbleibende Schallleistungspegel praktisch keine Rolle mehr. Für den Raumschallpegel ist dann nur noch das Austrittsgitter maßgebend.
- Gerade Blechkanäle reduzieren den Schallleistungspegel im Bereich der Drehzahlfrequenz der Ventilatoren nur um etwa 0,2 dB/m Kanallänge.
- In mittelgroßen Blechkanälen liegt der Schallleistungspegel z.T. deutlich unter 40 dB(A), wenn die Strömungsgeschwindigkeit zwischen 5 und 7 m/s liegt.
- Günstig geformte Rohrbögen erhöhen den Schallpegel nur unwesentlich, leisten aber auch keinen

wesentlichen Beitrag zur Pegelsenkung.

- Diffusoren haben keine nennenswerte Pegelsenkung zur Folge.
- Die Geräuscentwicklung beim Austrittsgitter muss in den meisten Fällen berechnet werden, da auch bei einer geräuscharmen Anlage die Luftgeschwindigkeit und somit die Strömungsgeräusche für den Raumschallpegel verantwortlich zeichnen.

Eine wichtige Frage muss an dieser Stelle beantwortet werden: In welchen Fällen wird welcher Typ von Schalldämpfer benötigt? Um gerade bei großen Lüftungsanlagen mit einem vertretbaren Aufwand für akustische Berechnungen fertig zu werden, hat sich das folgende, sechsstufige Verfahren als geeignetes Instrument bewährt:

1. Akustische Grobdimensionierung der Anlage (vor allem Abschätzungen); Festlegung des Platzbedarfs für einen Schalldämpfer in der Nähe des Ventilators.
2. Bau der Anlage ohne Schalldämpfer.



■ Bild 5: Beispiele für die Bauart von Absorptionsschalldämpfern.



3. Versuchsweise Inbetriebnahme der Anlage, Geräuschmessungen an den kritischen Punkten (Raumverhältnisse beachten): Oktavband- oder Terzbandanalysen und Nachhallzeiten.
4. Dimensionierung eines allenfalls erforderlichen Schalldämpfers aufgrund der Messergebnisse.
5. Einbau des Schalldämpfers.
6. Inbetriebnahme der Anlage, Kontrollmessungen.

Dieses Vorgehen bedingt eine kleine zeitliche Reserve im Bauablauf, hat aber den Vorteil, dass der Schalldämpfer optimal ausgelegt werden kann (falls er überhaupt noch

notwendig ist). Der Einbau von ungenügend oder übertrieben dimensionierten (und entsprechend teuren) Schalldämpfern kann somit vermieden werden.

Schlussendlich muss noch auf den Einfluss des Raumes selbst hingewiesen werden. Bei der Belüftung von großen Räumen hat die Raumakustik einen großen Einfluss auf den Raumschallpegel. Aus diesem Grunde ist eine Zusammenarbeit zwischen Akustiker und Haustechnikplaner sehr wichtig.

Zusammenfassung

Ingenieure sind ganz allgemein dazu verpflichtet, genau definierte Leistungen zu garantieren. Einige Beispiele:

- Der Heizungsplaner muss auch im kalten Winter eine bestimmte Raumtemperatur garantieren,

- in zu belüftenden Räumen gilt es, Minimal- und Maximaltemperaturen sowie einen definierten Luftwechsel einzuhalten,
- die Statik eines Gebäudes muss so dimensioniert sein, dass das Gebäude unter der vorgesehenen Belastung nicht zusammenfällt,
- im Sanitärbereich erwartet man auch bei hohen Gebäuden, dass selbst in den obersten Stockwerken die Wasserversorgung gewährleistet ist.

Und dann wenden wir uns der Akustik zu und stellen erstaunt fest, dass wir es im Lüftungsbereich mit einer sehr ungenauen Wissenschaft zu tun haben. Es sind hier nicht sehr teure Großobjekte wie etwa ein Konzertsaal oder ein Parlamentsgebäude gemeint, sondern Gebäude aus dem

Alltag mit Büros, Hotel- und Krankenzimmern oder Schulzimmern. Man muss aber nicht resignieren sondern realisieren, dass es durchaus Erfolg versprechende Wege gibt. Und das Stichwort zum Erfolg heißt hier: Von einfachen Erkenntnissen und Erfahrungen profitieren. Und dann – seien wir ehrlich – gehört auch noch eine kleine Dosis Glück zum Erfolg dazu. ■

Literatur

- [1] VDI 2081, Blatt 1 (2001): Geräuscherzeugung und Lärmreduzierung in Raumlufteinrichtungen.
- [2] Lips, W.: Lärmbekämpfung in der Haustechnik, 3. Auflage, 2003, expert-verlag, Renningen-Malsheim.