

## Akustik

### 1. Allgemein

Neben Wärmetechnik, Strömungslehre und Klimatechnik ist die Akustik eine weitere, wichtige, physikalische Größe in der Luft- und Klimatechnik. Oft wird Ihre Wirkung auf die einwandfreie Funktion einer Anlage nicht ausreichend beachtet. Es ist deshalb wichtig, sich bereits in der Projektierungsphase intensiv mit diesem Thema zu befassen. Wichtige Punkte sind hierbei:

- **Auswahl der Aggregate** (Ventilator, Gerät) unter akustisch optimalen Bedingungen.
- **Anforderung der richtigen Schallangaben** von der Herstellerfirma. Z.B. Gesamtschalleistung in dB.
- **Richtige Auswahl** und Anordnung von schalldämpfenden oder dämmenden Maßnahmen.
- **Wahl der richtigen (angepassten) Geschwindigkeiten** im Kanalsystem oder Luftdurchlässen (Durchtrittsgeschwindigkeit) (Tabelle 15).
- **Zulässige Geräuschimmissionswerte** (zulässige Schalldruckpegel siehe Seite i 2, Tabelle 1 und Tabellen 16 + 17) einhalten.

**Tabelle 15**

**Richtwert für Luftgeschwindigkeiten (unter akustischen Gesichtspunkten)**

| Teil                      | ca.-Luftgeschwindigkeit in m/s |                  |
|---------------------------|--------------------------------|------------------|
|                           | Komfortanlagen                 | Industrieanlagen |
| Außenluftjalousien        | 2 – 3                          | 4 – 6            |
| Hauptkanäle               | 4 – 8                          | 8 – 12           |
| Abzweigkanäle             | 3 – 5                          | 5 – 8            |
| Abluft- oder Umluftgitter | 1,5 – 2,0                      | 3 – 4            |

**Tabelle 16**

**Geräuschpegel in der Nachbarschaft von Gebäuden (TA-Lärm)**

Die Gewerbeordnung legt folgende Maximalwerte fest (VDI 2058):

| Gebiet            | Immissionswert dB(A) |        |
|-------------------|----------------------|--------|
|                   | tags                 | nachts |
| Reines            |                      |        |
| Gewerbegebiet     | 70                   | 70     |
| Vorwiegendes      |                      |        |
| Gewerbegebiet     | 65                   | 50     |
| Mischgebiet       | 60                   | 45     |
| Vorwiegend        |                      |        |
| Wohngebiet        | 50                   | 35     |
| Reines Wohngebiet | 50                   | 35     |
| Kurgebiet,        |                      |        |
| Krankenhäuser     | 45                   | 35     |

**1.1. Schallpegelsenkungen** werden durch größere Entfernungen von der Schallquelle oder durch schallisolierende (Schalldämpfer) Maßnahmen erreicht. Grundsätzlich gilt hier die Regel: Zu hohen Schallpegel möglichst nahe am Entstehungsort (Ventilator oder Lüftungsgerät) zu reduzieren.

**1.2.** Die im Kanalsystem entstehenden Geräuscherhöhungen (z.B. Strömungsrauschen) durch Einsatz von sogenannten Sekundärdämpfern möglichst nahe des Luftaustrittes in die Räume dämpfen.

### 2. Begriffserklärungen:

#### 2.1. Schalleistungspegel LW:

Gesamte akustische Energie einer Geräuschquelle (Ventilator oder Gerät) in Watt. Da sich der Zahlenbereich für die Schalleistung in Watt in der Praxis über mehrere Dekaden erstreckt, wird die **dimensionslose Einheit dB** benutzt. Für die Berechnung von Schallschutzmaßnahmen ist vom Hersteller der Aggregate (Ventilator oder Gerät) der Gesamtschalleistungspegel zu fordern. Er ist standort- und raumunabhängig und damit eine realistische Rechnungsgröße.

#### 2.2. Schalldruckpegel $L_p$ :

Der Schalldruckpegel wird in dB angegeben. Er ist abhängig vom jeweiligen Standort (Raumart, Raumgröße und Entfernung sowie Abstrahlwinkel) des Aggregates zum Messpunkt und deshalb nur bei genauer Standortangabe ein objektiver Beurteilungsmaßstab. Der Schalldruck ist mittels Schalldruckpegelmessgerät messbar.

#### 2.3. Lautstärke, Lästigkeit, Bewertung:

Die physikalischen Schallgrößen (Schalleistung und Schalldruck) werden vom menschlichen Ohr als subjektive Größen (Lautheit, Lästigkeit) empfunden. Um dieses subjektive Geräuschempfinden in eine Beziehung zu den realistischen physikalischen Größen zu bringen, wurden sogenannte Bewertungskurven, durch eine Vielzahl von Messungen, ermittelt. Die gebräuchlichsten sind die sogenannten (A-,B-,C – Filter).

Die **A-Bewertung** wurde als Empfehlung der (IEC) als gebräuchlichste Filterart festgelegt und in den meisten Geräuschmessgeräten als Filter „A“ vorgesehen (siehe auch VDI2081).

Bezeichnungen:

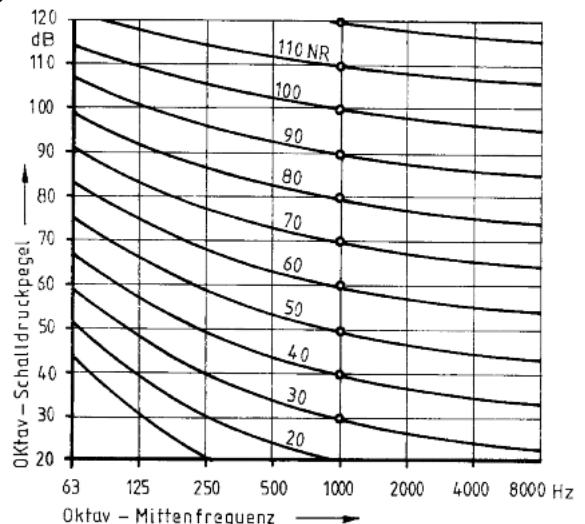
Bewerteter Schalleistungspegel:  $L_{WA}$  in dB(A)

Bewerteter Schalldruckpegel:  $L_{PA}$  in dB(A)

#### 2.4. ISO-Grenzkurven NR nach VDI 2081:

Dieses sind Kurven „gleicher Lästigkeit“ und werden als verschärfte Bedingungen für die Einhaltung von Immissionswerten benötigt. Am gebräuchlichsten ISO-Grenzkurve NR (siehe auch Bild 18 und 18.1) und Kurve gleicher Lautstärke

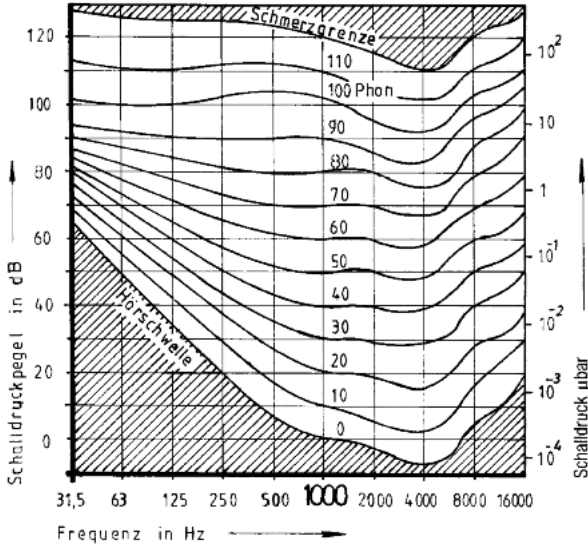
**Bild 18**



ISO-Grenzkurve NR nach VDI 2081. Anwendung bei Einzeltönen oder hervortretende, schmalbandige Rauschanteile

**Akustik**

**Bild 18.1**

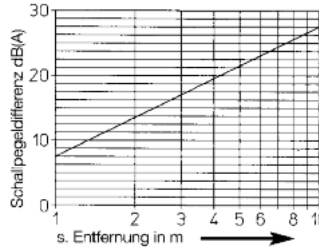


Kurven gleicher Lautstärke bei reinen Sinustönen (nach DIN 45360 Blatt 2)

**3. Schalleistung/Schalldruck – Freifeld**

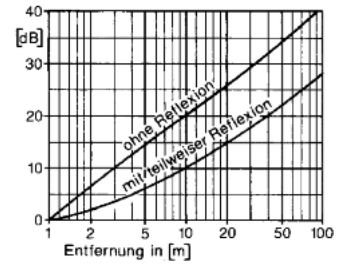
Die vom Ventilator am Luftauslass abgegebene Schalleistung muss für das Empfinden des menschlichen Ohres in Schalldruck umgerechnet werden. Auf das „freie Feld“ bezogen, lässt sich die Minderung in Abhängigkeit von der Entfernung aus Bild 20 ablesen. Für die Berechnung in einem Raum ist das Raumabsorptionsvermögen von großer Bedeutung.

**Bild 20**  
Differenz von Schalleistung zu Schalldruck mit der Entfernung



Beispiel:  
Schalleistung des Ventilators = 70 dB(A)  
Schalldruck in 1 m Abstand (Freifeld) = 70 dB(A) abzgl. 8 = 62 dB(A)

**Bild 21**  
Schalldruckpegel-Abnahme mit der Entfernung

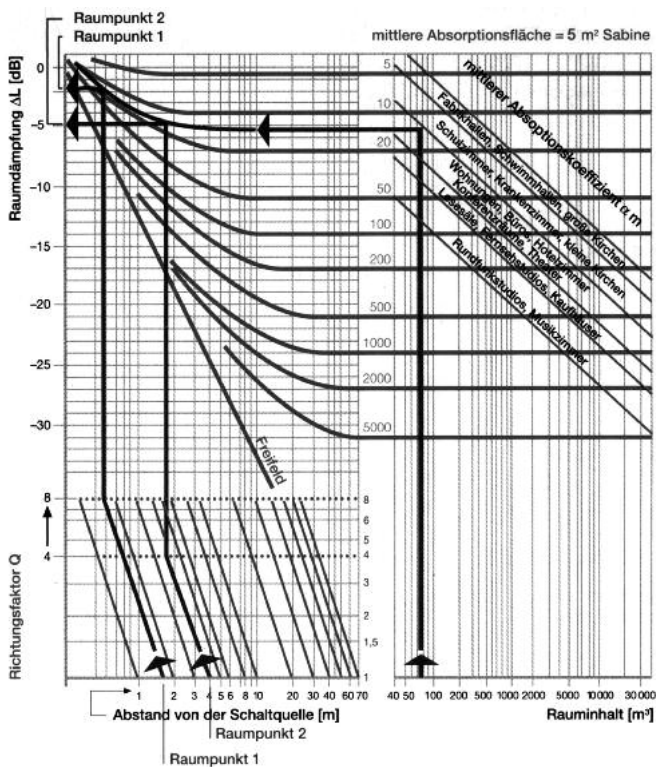


Beispiel:  
Schalldruck in 1 m Abstand = 60 dB(A)  
Schalldruck in 5 m Abstand ohne Reflexion (Freifeld) abzgl. 15 = 45 dB(A)  
mit teilweiser Reflexion abzgl. 5 = 55 dB(A)

**2.5. Raumabsorption:**

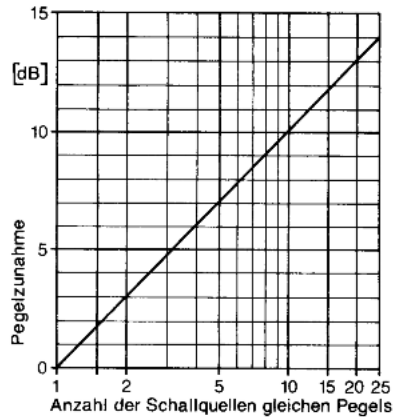
Die Dämpfungseigenschaft eines Raumes ist die Raumabsorption. Diese ist abhängig von der Beschaffenheit des Raumes, d.h. der Ausführung von Wänden, Fußboden und Decke sowie der Ausstattung (z.B. Möblierung, Vorhänge, usw. und seiner Größe). Die Raumdämpfung  $\Delta L$  ermittelt sich aus dem sogenannten Absorptionskoeffizienten  $\alpha$ , daraus die mittlere Raumabsorption in „m<sup>2</sup> Sabine“ und dem Richtfaktor, d. h. die Lage der Schallquelle zum Standort des Messpunktes (Bild 19).

**Bild 19**



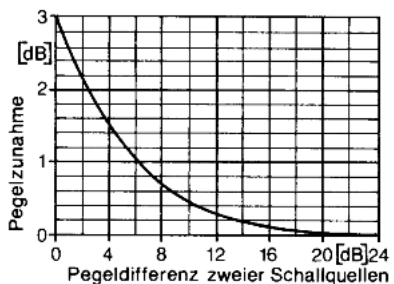
Differenz  $\Delta L$  zwischen Schalleistung und Schalldruckpegel

**Bild 22**  
Addition mehrerer Schallquellen gleichen Schalldrucks



Beispiel: 10 Schallquellen à 60 dB(A)  
Gesamtlautstärke:  
60 dB(A) + 10 dB(A) = 70 dB(A)

**Bild 23**  
Addition mehrerer Schallquellen unterschiedlichen Schalldrucks



Beispiel: 2 Schallquellen 60 dB(A) und 64 dB(A)  
Gesamtlautstärke:  
64 dB(A) + 1,5 dB(A) = 65,5 dB(A)