



Berechnung der Geräuscherzeugung und Lärminderung in Raumlufotechnischen Anlagen

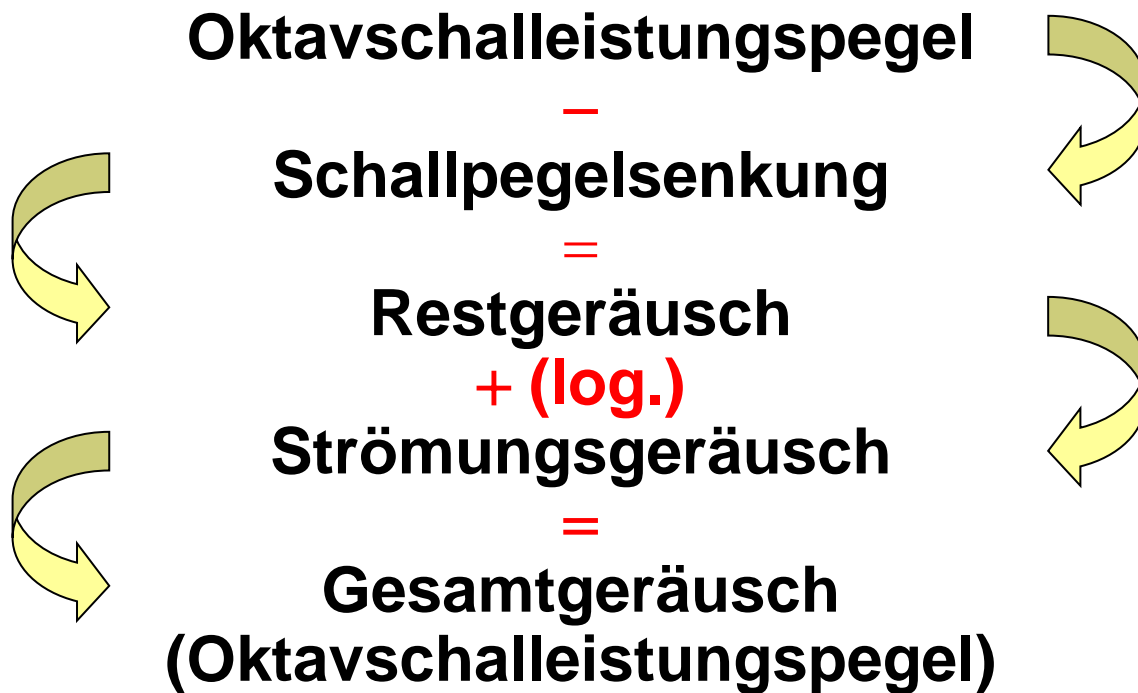
**Prof. Dr.-Ing. Karl-Josef Albers,
Leiter des Labors für Luft- und Klimatechnik
Hochschule Esslingen**



Berlin, 14./15. April 2016



Akustische Anlagendimensionierung mit Hilfe der Überlagerungsmethode



Grundlagen für die Anwendung der akustischen Anlagendimensionierung

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Geräuscherzeugung und Lärminderung in Raumlufotechnischen Anlagen	VDI 2081 Blatt 1 / Part 1
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Geräuscherzeugung und Lärminderung in Raumlufotechnischen Anlagen Beispiele Noise generation and noise reduction in air-conditioning systems Examples	VDI 2081 Blatt 2 / Part 2 Ausz. deutsch/englisch Issue German/English

2 der Neuerungen im Entwurf des Blatts 1:

- **Neue Vorgehensweise bei der Berechnung des Strömungsgeräusches**
- **Berechnung des Raumschalldruckpegels bei mehreren Schallquellen**

Bisherige Berechnung des Strömungsgeräusches von Luftleitungen, Drosselklappen, Luftdurchlässen und Schalldämpfern

- 1.) Berechnung des Gesamtschalleistungspegel L_W
- 2.) Berechnung des Oktavkorrektur $\Delta L_{W_{Okt}}$
- 3.) Berechnung des Oktavschalleistungspegel $L_{W_{Okt}}$

$$L_{W_{Okt}} = L_W + \Delta L_{W_{Okt}}$$

Berechnungsbeispiel für das Strömungsgeräusch einer geraden Luftleitung

Kanal mit $S = 0,4 * 0,2 \text{ m}^2$ und $q_v = 1.200 \text{ m}^3/\text{h}$

1.) Berechnung des Gesamtschalleistungspegel L_W

$$L_W = 7 + 50 \cdot \lg v + 10 \cdot \lg S \Rightarrow L_W = 27,0 \text{ dB}$$

2.) Berechnung des Oktavkorrektur $\Delta L_{W\text{Okt}}$

$$\Delta L_{W\text{Okt}} = -2 - 26 \cdot \lg(1,14 + 0,02 \cdot f_m/v)$$

f_m	in Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL_W	in dB	-6,1	-8,3	-11,6	-16,3	-22,1	-28,8	-36,0	-43,5

Berechnungsbeispiel für das Strömungsgeräusch einer geraden Luftleitung – Fortsetzung –

3.) Berechnung des Oktavschalleistungspegel $L_{W\text{Okt}}$

$$L_{W\text{Okt}} = L_W + \Delta L_{W\text{Okt}}$$

f_m in Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{W\text{Okt}}$ in dB	20,9	18,8	15,4	10,7	4,9	-1,8	-9,0	-16,5

Erneute Berechnung von L_W

$$L_W = 10 \cdot \lg\left(\sum_{f_{\text{Okt}}=63\text{Hz}}^{8000\text{Hz}} 10^{0,1 \cdot L_{W\text{Okt}}}\right) \Rightarrow L_W = 30,0 \text{ dB}$$

Achtung, Widerspruch zu 1.)! Aus 1.): $L_W = 27,0 \text{ dB}$

Neue Berechnung des Strömungsgeräusches von Luftleitungen, Drosselklappen, Luftdurchlässen und Schalldämpfern

- 1.) Berechnung des Gesamtschalleistungspegel L_W
- 2.) Berechnung des Oktavkorrektur $\Delta L_{W_{Okt}}$
- 3.) Berechnung der Gesamtkorrektur $\Delta L_{W_{Okt_Gesamt}}$
- 4.) Berechnung des Oktavschalleistungspegel $L_{W_{Okt}}$

$$L_{W_{Okt}} = L_W + \Delta L_{W_{Okt}} - \Delta L_{W_{Okt,Gesamt}}$$

Neue Berechnung für das Beispiel der geraden Luftleitung

1.) Berechnung des Gesamtschalleistungspegel L_W

$$L_W = 16,5 + 48,2 \cdot \lg(v/v_0) + 10 \cdot \lg(S/S_0) \Rightarrow L_W = 35,4 \text{ dB}$$

2.) Berechnung des Oktavkorrektur $\Delta L_{W\text{Okt}}$

$$\Delta L_{W\text{Okt}} = -6,2 - 22,6 \cdot \lg(0,87 + 0,056 \cdot (f_m/v) \cdot (v_0/f_0))$$

f_m	in Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL_W	in dB	-11,5	-15,4	-20,4	-26,1	-32,3	-38,8	-45,5	-52,2

3.) Berechnung der Gesamtkorrektur $\Delta L_{W\text{Okt}_\text{Gesamt}}$

$$\Delta L_{W\text{Okt}_\text{Gesamt}} = 10 \cdot \lg\left(\sum_{f_{\text{Okt}}=63\text{Hz}}^{8000\text{Hz}} 10^{0,1 \cdot \Delta L_{W\text{Okt}}}\right) \Rightarrow \Delta L_{W\text{Okt}_\text{Gesamt}} = -9,5 \text{ dB}$$

Neue Berechnung für das Beispiel der geraden Luftleitung – Fortsetzung –

4.) Berechnung des Oktavschalleistungspegel $L_{W\text{Okt}}$

$$L_{W\text{Okt}} = L_W + \Delta L_{W\text{Okt}} - \Delta L_{W\text{Okt},\text{Gesamt}}$$

f_m	in Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{W\text{Okt}}$	in dB	33,4	29,5	24,6	18,8	12,6	6,1	-0,6	-7,3

Erneute Berechnung von L_W

$$L_W = 10 \cdot \lg\left(\sum_{f_{\text{Okt}}=63\text{Hz}}^{8000\text{Hz}} 10^{0,1 \cdot L_{W\text{Okt}}}\right) \Rightarrow L_W = 35,4 \text{ dB}$$

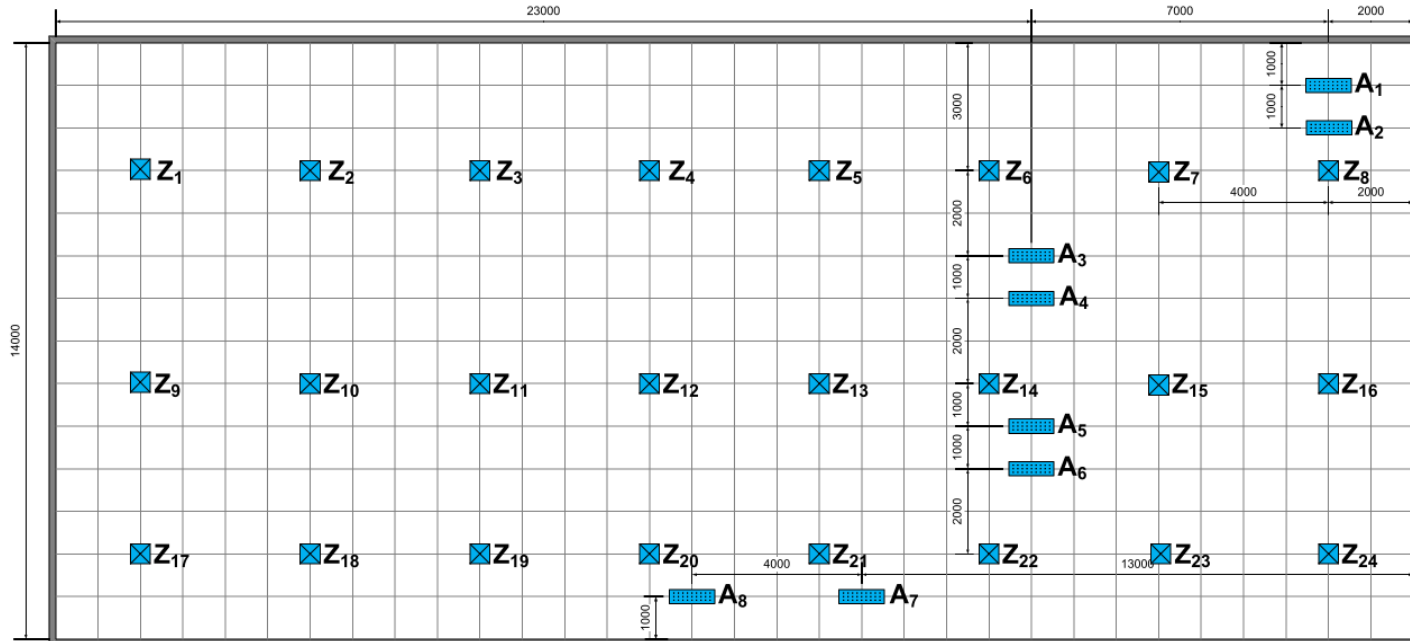
Der Widerspruch zu 1.) ist behoben!

Berechnung der Schallausbreitung in Räumen

$$L_p = L_W + 10 \cdot \lg \left(\frac{Q \cdot r_0^2}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4 \cdot A_0}{A} \right)$$

- L_p = Schalldruckpegel am maßgeblichen Immissionsort in dB
- L_W = Schalleistungspegel nach dem Luftdurchlass in dB
- Q = Richtungsfaktor
- A = äquivalente Absorptionsfläche des Raumes in m^2
- A_0 = Bezugsfläche; $A_0 = 1 m^2$
- r = Abstand des Aufenthaltsbereichs vom Luftdurchlass in m
- r_0 = Bezugsabstand; $r_0 = 1 m$

Beispiel der Mensa einer Gesamtschule



Raum mit 24 Zuluftdralldurchlässen und 8 Abluftgittern

Berechnungsergebnisse für $L_{p,ges}$ (Zu- und Abluft) in der Mensa nach der ausführlichen Methode

[l] = m	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5	20,5	21,5	22,5	23,5	24,5	25,5	26,5	27,5	28,5	29,5	30,5	31,5				
0,5	35	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36		
1,5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
2,5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
3,5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
4,5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
5,5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
6,5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
7,5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
8,5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
9,5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
10,5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
11,5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
12,5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
13,5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36

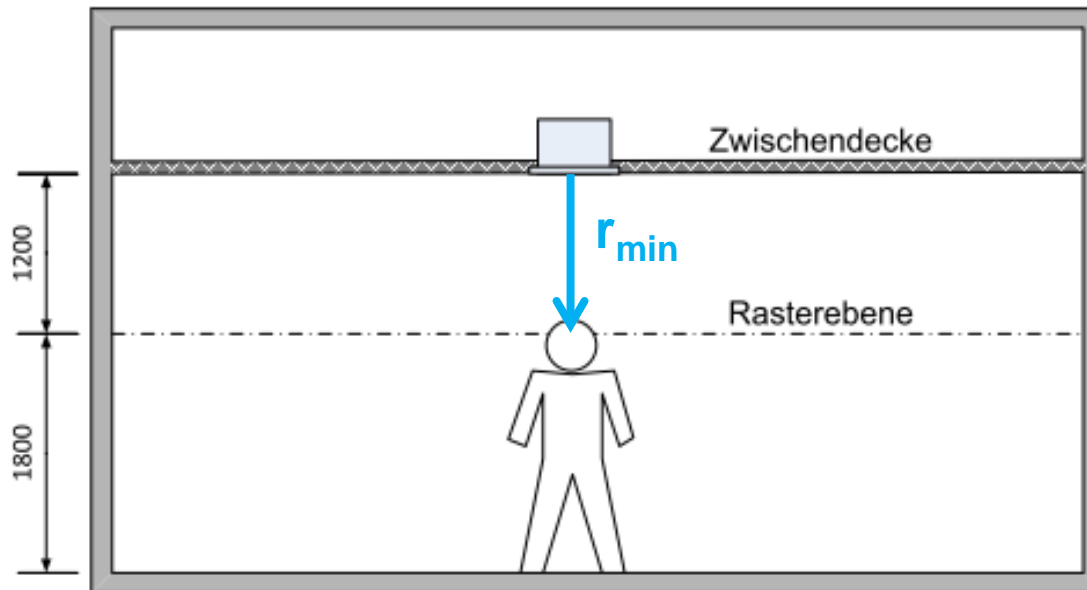
[l] = m	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
0,5	35	36	36	36	36	36	36	36
1,5	36	36	36	36	36	36	36	36
2,5	36	36	36	36	36	36	36	36
3,5	36	36	36	36	36	36	36	36
4,5	36	36	36	36	36	36	36	36
5,5	36	36	36	36	36	36	36	36
6,5	36	36	36	36	36	36	36	36
7,5	36	36	36	36	36	36	36	36
8,5	36	36	36	36	36	36	37	36
9,5	36	36	36	36	36	36	36	36
10,5	36	36	36	36	36	36	36	36
11,5	36	36	36	36	36	36	36	36
12,5	36	36	36	36	36	36	36	36
13,5	36	36	36	36	36	36	36	36

Näherungsberechnung der Schallausbreitung in Räumen mit mehreren Luftdurchlässen

$$L_{p,ges} = L_W + 10 \cdot \lg \left(\frac{Q \cdot r_0^2}{4 \cdot \pi \cdot r_{min}^2} + \frac{4 \cdot n \cdot A_0}{A} \right)$$

- $L_{p,ges}$ = Gesamtschalldruckpegel am maßgeblichen Immissionsort in dB
- L_W = Schalleistungspegel nach dem Luftdurchlass in dB
- n = Anzahl der Zu- bzw. Abluftdurchlässe im Raum
- Q = Richtwirkungsmaß
- A = äquivalente Absorptionsfläche in m^2
- A_0 = Referenzfläche $A_0 = 1m^2$
- r_{min} = kleinster Abstand einer der Durchlassöffnungen zum maßgeblichen Immissionsort in m
- r_0 = Bezugsabstand; $r_0 = 1 \text{ m}$

Vorgehensweise bei der Näherungsberechnung



Berechnungsergebnis (Zu- und Abluft): $L_{p,ges} = 36$ dB

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit !**