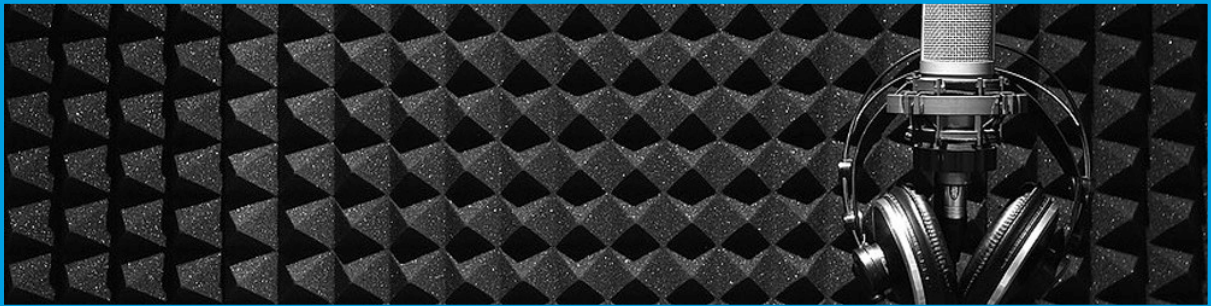


FORMELSAMMLUNG



AKUSTIK

by Marcel Laube

Formelbuch Akustik

Formelzeichen und Masseinheiten

Formelzeichen	Grösse	Masseinheit	Bemerkungen
A	Absorptions- oder Schallschluckvermögen	m ²	Sabine
a ₀	Beschleunigungsamplitude	m/s ²	
b	Breite	m	
B	Biegesteifigkeit	Nm ²	
c	Schallausbreitungsgeschwindigkeit	m/s	Tab. 1.2
c	Schallgeschwindigkeit	m/s	
d	Durchmesser, Dicke, Abstand	m	auch cm
d _a	Aussendurchmesser	m	
d _g	Durchmesser des flächengleichen Kreisquerschnittes	m	
d _H	Hauptkanal-Durchmesser	m	
D	Dämpfung, Schallpegeldifferenz	dB	auch ΔL _w
D	Schallpegeldifferenz	dB	Schalldämmung
E	Elastizitätsmodul	N/m ²	
E _d	dynamischer Elastizitätsmodul	N/m ²	
E _s	statischer Elastizitätsmodul	N/m ²	
f	Frequenz	Hz	
F	Kraft	N	
f ₀	Eigenfrequenz, Resonanzfrequenz	Hz	
f _c	kritische oder Koinzidenzfrequenz	Hz	
f _D	Drehklangfrequenz	Hz	
f _g	Grenzfrequenz	Hz	Ventilatoren
f _k	kritische oder Koinzidenzfrequenz	Hz	
f _m	Mittenfrequenz	Hz	
f _r	Resonanzfrequenz	Hz	
g	Flächengewicht	kg/m ²	
g	Erdbeschleunigung	m/s ²	g = 9,81 m/s ²
h	Höhe	m	
I	Schallintensität	W/m ²	
I ₀	Bezugsschallintensität	W/m ²	
k	Wandabstand (Resonatoren)	m	auch cm
K	Wahrnehmungsstärke	–	Schwingungen

Formelzeichen	Grösse	Masseinheit	Bemerkungen
l	Länge	m	
L	Pegel	dB	allgemein
L_A	Schalldruckpegel bewertet nach der Bewertungskurve A	dB	Bild 1.23, S. 1.22
L_{eq}	äquivalenter Dauerschalldruckpegel	dB(A)	
L_I	Schallintensitätspegel	dB	
L_N	Norm-Trittschallpegel	dB	
$L'_{nT,w}$	bewerteter Standard-Trittschallpegel	dB	ISO 717-2 (1996)
L_p	Schalldruckpegel	dB	auch nur L
L_r	Beurteilungspegel	dB(A)	nach LSV
$L_{r,H}$	Beurteilungspegel für Geräusche von haustechnischen Anlagen	dB(A)	SIA 181 (1988)
LSM	Luftschallschutzmass	dB	veraltet (DIN)
L_W	Schalleistungspegel	dB	
$L_{W,okt}$	Oktav-Schalleistungspegel	dB	
L_W^*	normierter Schalleistungspegel	dB	Krümmer
L_{WA}	A-bewerteter Schalleistungspegel	dB	
m	Masse	kg	
n	Drehzahl	min^{-1}	auch U/min, U/s
n_L	Luftwechsellzahl eines Raumes	m^3/h	
n_N	Nennzahl	min^{-1}	
NR	Geräuschbeurteilungszahl	dB	ISO/R 1966 – 1971
OBA	Oktavbandanalyse	–	
OBP	Oktavbandpegel	dB	
p	Schalldruck	Pa (bar)	1 bar = 10^5 Pa
P	Lautstärke	phon	
p_0	Bezugsschalldruck	Pa	$p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa
Q	Richtfaktor	–	Tab. 1.8 und 2.2
r	Radius	m	
R	Luftschalldämm-Mass	dB	
r_H	Hallradius	m	Raumakustik
R'_w	bewertetes Bauschalldämm-Mass	dB	ISO 717-1 (1996)
R_S	Strömungswiderstand	Rayl	1 Rayl = 10 N s/m^3
s	Steifigkeit, Federsteifigkeit	N/m	Schwingungen
s	Schichtdicke	m	auch cm
S	Fläche	m^2	
S	Lautheit	son	
S_K	Schallübertragungsfläche	m^2	Kanal
Str	Strouhalzahl	–	
S_V	gesamte Raumboberfläche	m^2	

Formelzeichen	Grösse	Masseinheit	Bemerkungen
t	Zeit	s	
T	Temperatur	°C, K	0°C = 273,15 K
T	Nachhallzeit	s	Sabine
T _u	Turbulenzgrad	%	Ventilatoren
T _m	Messzeit	s	auch min, h
TBA	Terzbandanalyse	–	
TBP	Terzbandpegel	dB	
u	Umfangsgeschwindigkeit	m/s	Ventilatoren
U	Umfang	m	
v	Schallschnelle	m/s	
v	Geschwindigkeit	m/s	
V	Volumen	m ³	
V	Volumenstrom	m ³ /s	auch m ³ /h
V _L	Volumenstrom bei Nennleistung	m ³ /s	
v _a	Strömungsgeschwindigkeit im Abzweigkanal	m/s	Krümmen
v _h	Strömungsgeschwindigkeit im Hauptkanal	m/s	Krümmen
v ₀	Geschwindigkeitsamplitude	m/s	
w	Schallenergie-dichte	Ws/m ³	
W	Leistung, hier Schalleistung	mW	auch W
W ₀	Bezugsschalleistung	W	W ₀ = 1 · 10 ⁻¹² W
y ₀	Wegamplitude	m	
z	Schaufelzahl	–	Ventilator
z	Schallwellenwiderstand	J/m ³	z = p ₀ / v ₀ = ρ · c
α _s	Absorptionsgrad	–	Anhang A
$\bar{\alpha}_s$	mittlerer Absorptionsgrad	–	Raumakustik
ξ	Widerstandsbeiwert Gitter	–	
ξ	statische Einfederung	mm	Feder
η	Dämmgrad	%	Schwingungen
λ	Wellenlänge	m	λ = c/f
λ	Abstimmung	–	λ = f/f ₀
ν	Frequenz	Hz	1 Hz = 1 s ⁻¹
ρ	Dichte	kg/m ³	
ρ _L	Dichte der Luft	kg/m ³	
σ	Ventilator-typen-kennzahl	–	
Δf	Breite eines Frequenzbandes	Hz	
ΔL	Schallpegeldifferenz	dB	
ΔL _w	Schalleistungspegeldifferenz	dB	auch Dämpfung
Δp _t	Gesamtdruckdifferenz	Pa	
Ω	Raumwinkel-mass	–	Gitter

Grundbegriffe:

Schalldruck	=	P [Pa]
Schalldruckpegel	=	L_p [dB] (Messbar)
Schalleistung	=	W [W]
Schalleistungspegel	=	L_w [dB]

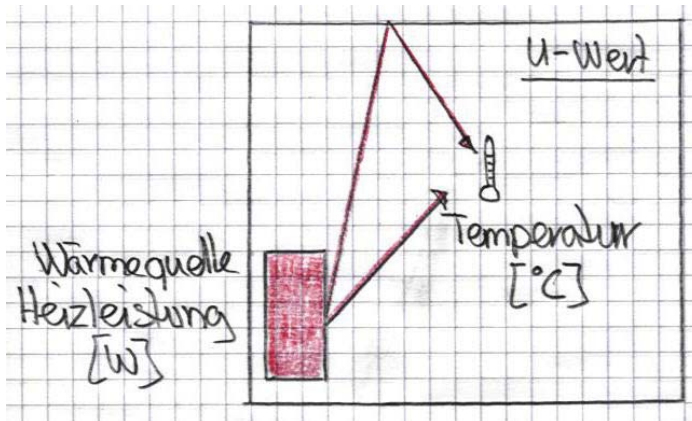
Akustische Angaben sind nur eindeutig:

wenn Schalleistung (-speigel)
oder Schalldruck (pegel) und Messort

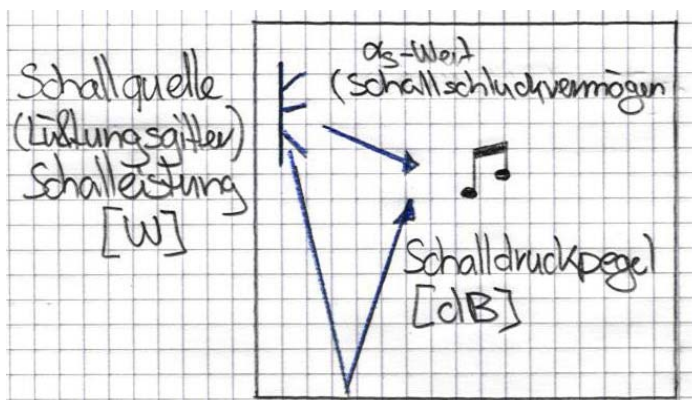
Angewiesen sind

Zwei analoge Probleme:

Die Heizleistung einer Wärmequelle macht sich über die Temperatur im Raum bemerkbar:



Die Schalleistung einer Schallquelle macht sich über den Schalldruckpegel im Raum bemerkbar:



Diverse Formeln: KAPITEL 1

Frequenz $f = \frac{1}{T}$ [Hz]

T = Zeit in Sekunden [s]

Wellenlänge $\lambda = \frac{c}{f}$ [m]

c = Schallgeschwindigkeit in [m/s]

f = Frequenz in [Hz]

Schallintensität $I = \frac{P_{eff}^2}{\rho \times c}$

$$I = 2,45 \times 10^{-3} \times p_{eff}^2$$

$$I = w \times c$$

p_{eff} = Schalldruck in [N/m²] = [Pa]

$\rho \times c$ = Wellenwiderstand in [Ns/m²]

(410 Ns/m² bei Normalbedingung Luft)

w = Schallenergiedichte in [Ws/m³]

c = Schallgeschwindigkeit in [m/s]

Schalleistung $W = \frac{p_{eff}^2 \times S}{\rho \times c}$ [W]

$$W = 2,45 \times 10^{-3} \times p_{eff}^2 \times S$$
 [W]

Schalleistungspegel $L_w = 10 \times \lg \frac{W}{W_0}$ [dB]

W = Schalleistung in [W]

W₀ = Bezugsschalleistung in [W]

W₀ = 10⁻¹² [W]

Schalldruckpegel $L_p = 10 \times \lg \frac{p_{eff}^2}{p_0^2}$ [dB]

$$L_p = 20 \times \lg \frac{p_{eff}}{p_0}$$
 [dB]

p_{eff} = Schalldruck (Effektivwert) in [N/m²] = [Pa]

p_0 = Bezugsschalldruck (Effektivwert)

2x 10⁻⁵ Pa

Mittelung von Schallpegeln $L = 10 \times \lg \left\{ \frac{1}{n} \times \left[\sum 10^{0,1 \times L_1} + 10^{0,1 \times L_2} + \dots \right] \right\}$ [dB]

L = Mittelwert in [dB]

n = Anzahl der zu mittelnden Schallpegel

L₁ = Einzelschallpegel in [dB]

Addition von Schallpegeln
$$L_{total} = 10 \times \lg \left\{ 10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}} \right\} \quad [dB]$$

$L_1 \dots L_n =$ zu addierende Schallpegel in [dB]

Vereinfachte Pegeladdition

Differenz beider Einzelpegel in [dB]	Der Gesamtpegel übertrifft den höheren Pegel um
0 - 1	3 dB
2 - 3	2 dB
4 - 9	1 dB
> 9	0 dB

Subtraktion von Schallpegeln
$$L_2 = 10 \times \lg \left\{ 10^{0,1 \times L_{total}} - 10^{0,1 \times L_1} \right\} \quad [dB]$$

Punktförmige Schallquelle
$$L_2 = L_1 - 20 \times \lg \frac{r_2}{r_1} \quad [dB]$$

Schalldruckpegel
$$L_p = L_w - 10 \times \lg S \quad [dB]$$

Oberfläche einer Kugel
$$S = d^2 \times \pi \quad [m^2]$$

Hallradius
$$r_H = \frac{1}{7} \times \sqrt{A \times Q} \quad [m^2]$$

A = Schallschluckvermögen in [m²]
Q = Richtfaktor

Richtfaktoren Q nach Lage der Schallquelle:

Richtfaktor	Abstrahlung	Lage der Schallquelle
Q = 1	kugelförmig	In Raummitte
Q = 2	halbkugelförmig	Auf Fussboden oder in Wandmitte
Q = 4	viertelkugelförmig	In einer Raumkante
Q = 8	achtelkugelförmig	In einer Raumecke

Allgemeine Berechnungsgrundlage

Allgemein Schalldruckpegel
$$L_p = L_w + 10 \times \lg \left(\frac{Q}{d^2 \times \pi} + \frac{4}{A} \right) \quad [dB]$$

A = Schallschluckvermögen in [m²]
Q = Richtfaktor
d = Durchmesser

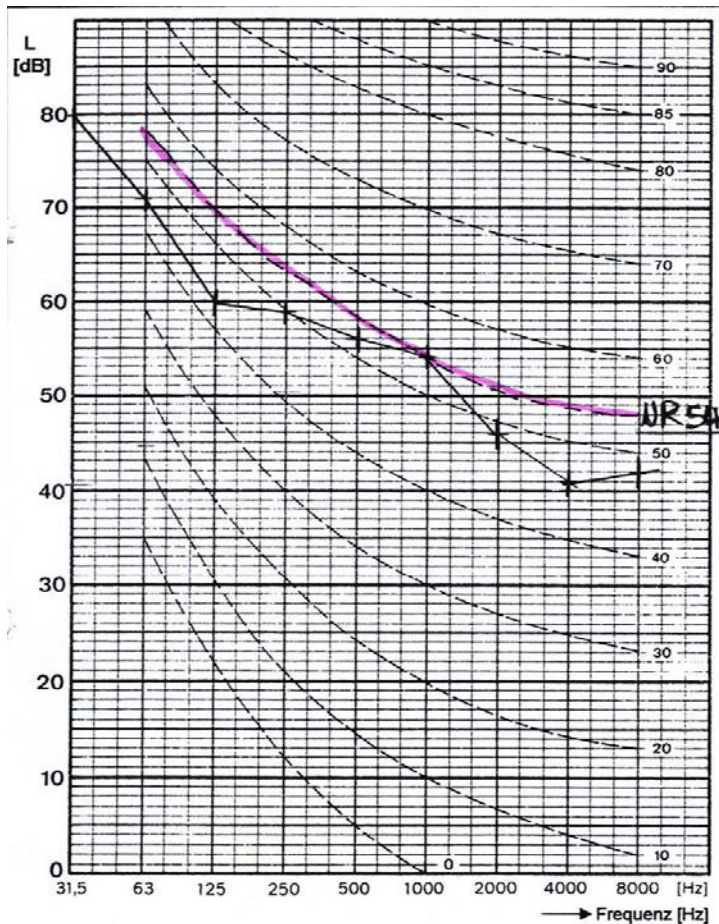
Bewertungen von Schallpegel

Korrekturwerte Bewertungsfiter A:

f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL_a [dB]	-26,1	-16,0	-8,6	-3,2	0	+1,2	+1,0	-1,1

Ermittlung der Geräuschbeurteilungszahl NR:

Achtung nur Unbewertete Schallpegel eintragen!



Beurteilung von Schallpegelveränderungen:

Differenz [dB]	Beschreibung	Änderung
0 – 2	Nicht oder kaum wahrnehmbar	keine, liegt meist innerhalb der Messgenauigkeit
2 – 5	Gerade wahrnehmbar	klein
5 – 10	Deutlich wahrnehmbar	deutlich
10 – 20	Überzeugender Unterschied	gross
> 20	Sehr grosser Unterschied	sehr gross

Schallmesstechnik siehe Lehrmittel 1.26 und 1.27

Grenzwerte nach SIA 181 siehe Lehrmittel 1.29 bis 1.33

Belastungsgrenzwerte für Industrie- und Gewerbelärm

Empfindlichkeitsstufe (Art. 43)	Planungswert Lr in dB(A)		Immisionsgrenzwert Lr in dB(A)		Alarmwert Lr in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	50	40	55	45	65	60
2	55	45	60	50	70	65
3	60	50	65	55	70	65
4	65	55	70	60	75	70

Diverse Formeln: KAPITEL 2 (Raumakustik, Schallabsorption)

Äquivalente Absorptionsfläche $A = 0,163 \times \frac{V}{T}$ $[m^2 Sabine]$

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

für eine Teilfläche (z.B. Decke) $A = \alpha_s \times S$ $[m^2 Sabine]$

α_s = Absorptionsgrad (Anhang A)
S = Fläche in $[m^2]$

Gesamte äquivalente A-Fläche $A = \sum_1^i \alpha_i \times S_i$ $[m^2 Sabine]$

Schallpegelreduktion durch raumakustische Massnahmen

$$\Delta L = 10 \times \lg \frac{T_1}{T_2} \quad \text{!!! Nur indirekter Schall !!!} \quad [dB]$$

T_1 = Nachhallzeit im ursprünglichen Zustand
 T_2 = Nachhallzeit mit absorbierenden Materialien

Hallradius $r_H = \frac{1}{7} \times \sqrt{A \times Q}$ $[m]$

A = Schallschluckvermögen in $[m^2]$
Q = Richtfaktor

Richtfaktoren Q nach Lage der Schallquelle:

Richtfaktor	Abstrahlung	Lage der Schallquelle
Q = 1	kugelförmig	In Raummitte
Q = 2	halbkugelförmig	Auf Fussboden oder in Wandmitte
Q = 4	viertelkugelförmig	In einer Raumkante
Q = 8	achtelkugelförmig	In einer Raumecke

Umrechnungsfaktoren für die optimalen Nachhallzeiten

$T_{500Hz} = T_{1000Hz} \times 1,1$ [s]	$T_{250Hz} = T_{1000Hz} \times 1,3$ [s]	$T_{125Hz} = T_{1000Hz} \times 1,55$ [s]
---	---	--

(KAPITEL 3 wurde nicht behandelt!)

Diverse Formeln: KAPITEL 4 (Körperschall- und Schwingungsdämmung)

Schwingungsübertragung $V = \frac{F_f}{F_e} \quad [-]$

F_f = übertragene Schwingkraft [N]

F_e = Erregerkraft [N]

Eigenfrequenz $f_0 = \frac{1}{2 \times \pi} \times \sqrt{\frac{s}{m}} \quad [\text{Hz}]$

s = Federsteifigkeit in [N/m], (Summe aller Federn!)

m = wirksame Masse in [kg]

$$f_0 = \frac{5}{\sqrt{0,1} \times \sqrt{\xi}} = \frac{15,8113}{\sqrt{\xi}} \quad [\text{Hz}]$$

ξ = statische Einfederung (Zusammendrücken) in [mm]

statische Einfederung $\xi = \left(\frac{15,8113}{f_0} \right)^2 \quad [\text{mm}]$

Federsteifigkeit $s = \frac{F}{\xi} \quad [\text{N/m}]$

F = Belastung in [m]

ξ = statische Einfederung (Zusammendrücken) in [m]

$$s = \frac{E \times S}{d} \quad [\text{N/m}]$$

E = Elastizitätsmodul (E-Modul) in [N/m²]

S = Fläche in [m²]

d = Materialdicke in [m]

$$s = \frac{\Delta F}{\Delta \xi} \quad [\text{N/m}]$$

Abstimmung $\lambda = \frac{f}{f_0} \quad [-]$

f = Erregerfrequenz in [Hz]

f_0 = Eigenfrequenz in [Hz]

Die Abstimmung muss grösser als $\sqrt{2}$

Dämmgrad $\eta = \left(1 - \frac{1}{\lambda^2 - 1} \right) \times 100 \quad [\%]$

Maschine	Dämmgrad η [%]
Turbokältemaschine	98
Absorptionskältemaschine	95
Kolbenverdichter	85
	< 10 kW
	10 – 45 kW
	45 – 100 kW
Kühltürme	85
Verflüssiger, luftgekühlt	80
Radialventilatoren	> 50 m ³ /h
Radialventilatoren	20 – 50 m ³ /h
Rohrleitungen	95
Pumpen	95
Klimaschranke	90

Diverse Formeln: KAPITEL 5 (Kanalsysteme für Lüftungs- & Klimaanlage)

GERÄUSCHENTSTEHUNG

Ventilatoren ab Seite 5.2

Drehklangfrequenz $f_D = \frac{n \times z}{60}$ [Hz]

z = Schaufelzahl
n = Drehzahl des Ventilators in [min⁻¹]

Schalleistungspegel $L_{w4} = L_{WSM} + 10 \lg V' + 20 \lg \Delta_{pt}$ [dB]

L_{WSM} = spezifischer Schalleistungspegel in [dB]; Tabelle 5.1 S.5.5

V' = Volumenstrom in [m³/s]

Δ_{pt} = Gesamtdruckdifferenz in [Pa]

Schalleistungspegel L_{WSM} $L_{WSM} = 71,6 - 10 \lg \Psi + L_{USM}$ [dB]

L_{USM} = Schallumsetzungsmass in [dB]

Ψ = Druckzahl

Baugruppe	Beschreibung	Druckzahl Ψ	L _{USM} [dB]	L _{WSM} [dB]
RR	Radialventilatoren mit rückwärtsgekrümmten Schaufeln	0,63 – 1,0	-38	72,6 ± 1 + L _{USM}
T	Trommellaufer mit vorwärtsgekrümmten Schaufeln	2,4 – 3,0	-32	67,3 ± 0,5 + L _{USM}
AM	Axialventilatoren mit nachgeschaltetem Leitrad	0,25 – 0,63	-34	75,6 ± 2 + L _{USM}

Oktav-Schalleistungspegel $L_{W,okt} = L_{w4} + \Delta L_{W,okt}$ [dB]

Bei Axialventi Zuschlag von 4 dB im Oktavband des Drehklanges

$\Delta L_{W,okt} = -5 - 5(\lg Str + c_3)^2$ [dB]

Str = Strouhalzahl [-]

c₃ = Spektralparameter, abhängig von Baugruppe Ventilator

rückwärtsgekr. = +0,4

Trommellaufer = +0,15

Axialventilator = -0,6

Strouhalzahl $Str = \frac{f_m \times 60}{\pi \times n}$

f_m = Oktavmittenfrequenz in [Hz] z.B. bei 125, 250, 500 Hz

n = Ventilator Drehzahl in [min⁻¹]

Strömungsgeräusche in geraden Kanälen ab Seite 5.11

Schalleistungspegel $L_W = 7 + 50 \lg v + 10 \lg S$ [dB]

v = Strömungsgeschwindigkeit im Kanal [m/s]

S = Kanalquerschnitt in [m²]

Oktavspektrum $L_{W,okt} = L_W + \Delta L_W$ [dB]

$\Delta L_W = -2 - 26 \lg \left[1,14 + 0,02 \frac{f_m}{v} \right]$ [dB]

f_m = Oktavmittenfrequenz in [Hz] z.B. bei 125, 250, 500 Hz

v = Strömungsgeschwindigkeit im Kanal [m/s]

Schalleistungspegel mit A-Filter $L_{WA} \approx -25 + 70 \lg v + 10 \lg S$ [dB(A)]

Strömungsgeräusche in Abzweigungen und Umlenkungen ab Seite 5.12

Schalleistungsspektrum $L_{W,okt} = L_W^* + 10 \lg \Delta f + 30 \lg d_a + 50 \lg v_a + K$ [dB]

L_W^* = normierter Schalleistungspegel in [dB] gem. Bild 5.16 S.5.13
 Δf = Breite des Frequenzbandes in [Hz] Tab. 5.3 S.5.13
 d_a = Durchmesser des Abzweigkanals in [m]
 v_a = Strömungsgeschwindigkeit im Abzweigkanal in [m/s]
 K = Korrekturwert für Abrundungsradius nach Bild 5.17 S. 5.14

flächengleicher Kreisquerschnitt wenn Kanal statt Rohr

$$d_g = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} \quad [m]$$

Strouhalzahl $Str = \frac{f_m \times d_a}{v_a}$ [-]

f_m = Oktavmittenfrequenz der betr. Bandbreite Δf in [Hz]
 z.B. bei 125, 250, 500 Hz
 v = Strömungsgeschwindigkeit im Abzweigkanal in [m/s]

Strömungsgeräusche beim Aussenlufteintritt und Fortluftaustritt ab Seite 5.16

Strömungsrauschen

Schalleistungspegel $L_W = 60 \lg v + 30 \lg \xi + 10 \lg S_{eff} + K$ [dB]

v = Anströmgeschwindigkeit des Gitters in [m/s]
 ξ = Widerstandsbeiwert gem. Tabelle
 S_{eff} = effektive Gitterfläche [m²]
 K = gitterabhängige Konstante gem. Tabelle

Wetterschutzgitter in Aussenlufteintritt	K = 18 [-]	$\xi = 5,61$ [-]
Wetterschutzgitter in Fortluftaustritt	K = 10 [-]	$\xi = 4,23$ [-]

Oktavspektrum $L_{W,okt} = L_W + \Delta L_W$ [dB]

Gitter	v [m/s]	Relative Frequenzspektren ΔL_W [dB] bei der Frequenz [Hz]							
		63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
Aussenluft-Eintritt	2	-11	-10	-5	-10	-13	-17	-30	-
	3	-14	-12	-8	-3	-7	-11	-25	-45
	4	-15	-14	-10	-5	-6	-8	-21	-34
	5	-16	-15	-12	-7	-8	-8	-18	-29
	6	-17	-15	-11	-6	-6	-6	-13	-24
Fortluft-Austritt	2	-11	-5	-4	-6	-12	-20	-30	-
	3	-14	-6	-4	-4	-8	-11	-25	-
	4	-13	-5	-5	-5	-8	-8	-19	-38
	5	-16	-6	-6	-7	-7	-8	-17	-31
	6	-17	-7	-7	-7	-7	-7	-14	-25

Abstrahlung nach aussen

Schalldruckpegel $L_p = L_W - 10 \lg(2 \times r^2 \times \pi)$ [dB]

L_p = Schalldruckpegel in [dB]
 r = Abstand Wetterschutzgitter zum Immissionspunkt in [m]
Achtung: gilt nur, wenn r min. $10 \times$ Diagonale des WSG

Drosselklappen ab Seite 5.20

Schalleistungspegel mehrlamelligen, gegenläufigen Drosselklappen

$$L_w = 10 + 60 \lg v + 22 \lg(\xi + 1) + 10 \lg S_{eff} \quad [\text{dB}]$$

v = Anströmgeschwindigkeit der Drosselklappe in [m/s]
 ξ = Widerstandsbeiwert der Drosselklappe gem. Tab. 5.23
 S_{eff} = effektive Fläche der Drosselklappe in [m²]

$$\xi = \frac{2 \times \Delta_{pt}}{\rho \times v^2} + 1$$

gleichläufige Jalousieklappen $L_w = 10 + 60 \lg v + 28 \lg(\xi + 1) + 10 \lg S_{eff}$

Zuluftauslässe und Ablufteinlässe ab Seite 5.24

Herstellerunterlagen oder Berechnungen gem. Seite 5.27

SCHALLPEGELREDUKTION

Kanäle und Rohre (Gerade Strecken) ab Seite 5.37

Rechteckkanal $\Delta L_w = 1,5 \times \alpha_s \times \frac{U}{S} \quad [\text{dB}]$

Runder Kanal $\Delta L_w = 6 \times \frac{\alpha_s}{d} \quad [\text{dB}]$

α_s = Schallabsorptionsgrad (Sabine) der Kanalwandung
 U = Umfang des Kanals [m]
 S = Querschnitt des Kanals [m²]
 d = Durchmesser des Kanals in [m]

Tab. 5.13: Pegelsenkung ΔL_w gerader Blechkanäle (Näherungswerte)

Kanalabmessung [m]	ΔL_w [dB/m] bei den Oktavmittelfrequenzen [Hz]				
	63	125	250	500	≥ 1 000
<i>rechteckige Stahlblechkanäle</i>					
0,10 bis 0,20 m	0,60	0,60	0,45	0,30	0,30
über 0,20 bis 0,40 m	0,60	0,60	0,45	0,30	0,20
über 0,40 bis 0,80 m	0,60	0,60	0,30	0,15	0,15
über 0,80 bis 1,00 m	0,45	0,30	0,15	0,10	0,05
<i>runde Stahlblechkanäle</i>					
∅ 0,10 bis 0,20	0,10	0,10	0,15	0,15	0,30
∅ über 0,20 bis 0,40	0,05	0,10	0,10	0,15	0,20
∅ über 0,40 bis 0,80	–	0,05	0,05	0,10	0,15
∅ über 0,80 bis 1,00	–	–	–	0,05	0,05

Tab. 5.14: Pegelsenkung ΔL_w absorbierend ausgekleideter, quadratischer oder rechteckiger gerader Blechkanäle (Näherungswerte)

Als Absorber können handelsübliche, weichgepresste Mineralfaserstoffmatten mit 40 – 80 kg/m³ Raumgewicht und 25 mm Dicke verwendet werden.

Abmessungen der lichten Kanalquerschnitte [m]	ΔL_w [dB/m] bei den Oktavmittelfrequenzen [Hz]					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
0,15 x 0,15	4,5	4,0	11,0	16,5	19,0	17,5
0,15 x 0,30	3,5	3,0	8,5	16,5	18,0	15,5
0,30 x 0,30	2,5	2,0	7,0	15,5	15,0	10,0
0,30 x 0,60	1,5	1,5	6,0	15,0	10,0	7,0
0,60 x 0,60	1,0	1,5	5,0	12,0	7,0	4,5
0,60 x 0,90	1,0	2,0	3,5	8,0	4,5	3,0
0,60 x 1,20	0,5	1,5	3,5	7,5	4,0	2,5
0,60 x 1,80	0,5	1,5	4,0	7,5	4,0	2,0

Querschnittsprünge Seite 5.38 / 5.39

Umlenkung Seite 5.40 / 5.41

Kanalverzweigung Seite 5.42

Diffusoren Seite 5.43

Bauteile der Luftaufbereitung Seite 5.44

Pegelsenkung durch Luftauslässe (Mündungsreflexion) Seite 5.45 / 5.46

Schallpegelverteilung im Raum Seite 5.46 - 5.49

Schalldruckpegel

$$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{Q}{4 \times \pi \times d^2} + \frac{4}{A} \right) \quad [\text{dB}]$$

Q = Richtungsfaktor

A = äquivalente Schallabsorptionsfläche in [m²]

d = Abstand zwischen Auslassöffnung und Raumpunkt in [m]

Q bei punktförmiger Ausbreitung:

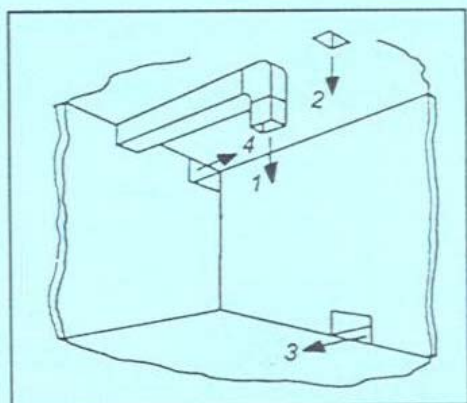
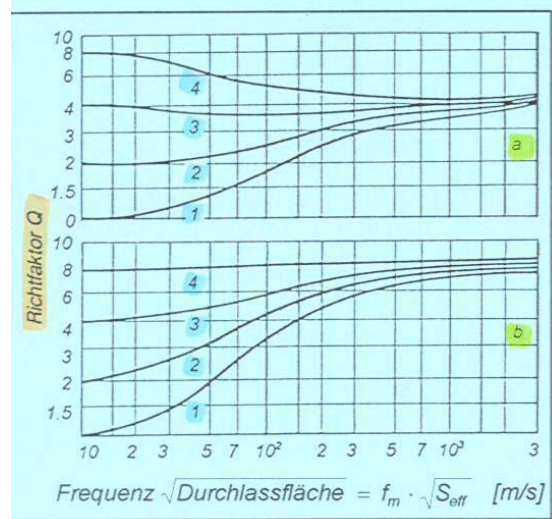


Bild 5.48:
Lage des Gitters im Raum

Q bei senkrechter Ausbreitung: (Schlitz)



a = Richtfaktor bei Abstrahlwinkel 45°

b = Richtfaktor bei Abstrahlwinkel 0°